

## Spesifikasi beton struktural



© BSN 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	x
Pendahuluan .....	xi
1 Persyaratan umum .....	1
1.1 Ruang lingkup.....	1
1.1.1 Pekerjaan yang disyaratkan .....	1
1.1.2 Pekerjaan yang tidak disyaratkan.....	1
1.1.3 Satuan-satuan .....	1
1.2 Definisi.....	1
1.3 Standar referensi dan kutipan publikasi .....	6
1.3.1 Standar referensi .....	6
1.3.2 Publikasi yang dikutip .....	12
1.3.3 Referensi lapangan .....	12
1.4 Penyerahan .....	12
1.5 Jaminan dan pengendalian mutu .....	12
1.6 Penerimaan struktur .....	18
1.6.1 Umum.....	18
1.6.2 Toleransi dimensi .....	18
1.6.3 Penampilan.....	19
1.6.4 Kekuatan struktur .....	19
1.6.5 Durabilitas.....	19
1.7 Proteksi pada beton in-situ .....	20
1.7.1 Pembebanan dan tumpuan beton .....	20
1.7.2 Proteksi dari kerusakan mekanis.....	20
2 Cetakan dan aksesoris cetakan .....	21
2.1 Umum.....	21
2.1.1 Deskripsi.....	21
2.1.2 Penyerahan .....	21
2.2 Produk .....	22
2.2.1 Material.....	22
2.2.2 Persyaratan kinerja dan persyaratan desain .....	22
2.2.3 Pabrikasi dan pembuatan.....	23
2.3 Pelaksanaan.....	24
2.3.1 Konstruksi dan pemasangan bekisting .....	24



2.3.2	Pembongkaran bekisting .....	25
2.3.3	<i>Reshoring</i> dan <i>backshoring</i> .....	25
2.3.4	Kekuatan beton yang diperlukan untuk pembongkaran bekisting .....	26
2.3.5	Kontrol kualitas di lapangan.....	26
3	Penulangan dan penumpu tulangan .....	27
3.1	Umum .....	27
3.1.1	Penyerahan.....	27
3.1.2	Penyimpanan dan penanganan material .....	28
3.2	Produk.....	28
3.2.1	Material .....	28
3.2.2	Pabrikasi .....	31
3.3	Pelaksanaan .....	32
3.3.1	Persiapan.....	32
3.3.2	Pemasangan.....	32
4	Campuran beton .....	36
4.1	Umum .....	36
4.1.1	Deskripsi .....	36
4.1.2	Penyerahan.....	36
4.1.3	Kontrol kualitas .....	37
4.1.4	Penyimpanan dan penanganan material .....	38
4.2	Produk.....	38
4.2.1	Material .....	38
4.2.2	Persyaratan kinerja dan desain .....	39
4.2.3	Proporsi.....	44
4.3	Pelaksanaan .....	48
4.3.1	Pengukuran, penakaran dan pencampuran.....	48
4.3.2	Pengiriman.....	48
5	Penanganan, pengecoran dan pelaksanaan .....	48
5.1	Umum .....	48
5.1.1	Deskripsi .....	49
5.1.2	Penyerahan.....	49
5.1.3	Pengiriman, penyimpanan dan penanganan .....	51
5.2	Produk.....	51
5.2.1	Material .....	51
5.2.2	Kinerja dan persyaratan desain .....	52
5.3	Pelaksanaan .....	52



5.3.1	Persiapan .....	52
5.3.2	Pengecoran beton .....	53
5.3.3	<i>Finishing</i> permukaan beton .....	55
5.3.4	Penyelesaian permukaan yang tidak dibentuk .....	56
5.3.5	Join gergaji ( <i>sawed joints</i> ) .....	59
5.3.6	Perawatan dan proteksi .....	59
5.3.7	Perbaikan cacat permukaan .....	60
6	Beton arsitektural .....	61
6.1	Umum .....	61
6.1.1	Deskripsi .....	61
6.1.2	Penyerahan .....	62
6.1.3	Pengendalian mutu .....	63
6.1.4	Pengiriman, penyimpanan, dan penanganan produk .....	64
6.2	Produk .....	64
6.2.1	Material .....	64
6.2.2	Kinerja dan persyaratan desain .....	66
6.2.3	Penentuan proporsi campuran .....	67
6.3	Pelaksanaan .....	67
6.3.1	Persiapan .....	67
6.3.2	Pemasangan penulangan .....	67
6.3.3	Penakaran, pencampuran dan pengangkutan .....	67
6.3.4	Pengangkutan dan pengecoran .....	67
6.3.5	Konsolidasi .....	67
6.3.6	Bekisting .....	68
6.3.7	Monitoring bekisting .....	68
6.3.8	Pembongkaran bekisting .....	68
6.3.9	Perbaikan lubang pengikat dan cacat permukaan .....	68
6.3.10	<i>Finishing</i> .....	69
6.3.11	Perawatan beton arsitektural .....	71
6.3.12	Pembersihan akhir .....	71
6.3.13	Penerimaan akhir dari beton arsitektural .....	71
7	Beton ringan .....	71
7.1	Umum .....	71
7.1.1	Deskripsi .....	71
7.1.2	Penyerahan .....	71
7.1.3	Penyimpanan dan penanganan agregat .....	72



7.2	Produk.....	72
7.2.1	Agregat .....	72
7.2.2	Kinerja dan persyaratan desain .....	72
7.2.3	Campuran .....	72
7.2.4	Penakaran dan pencampuran.....	72
7.3	Pelaksanaan .....	73
7.3.1	Konsolidasi.....	73
7.3.2	Finishing.....	73
7.3.3	Pengendalian mutu lapangan .....	73
8	Beton massa .....	73
8.1	Umum .....	73
8.1.1	Deskripsi .....	73
8.1.2	Persyaratan umum.....	73
8.1.3	Penyerahan.....	74
8.2	Produk.....	74
8.2.1	Material .....	74
8.3	Pelaksanaan .....	75
8.3.1	Perawatan dan proteksi .....	75
9	Beton pasca-tarik .....	76
9.1	Umum .....	76
9.1.1	Deskripsi .....	76
9.1.2	Penyerahan.....	76
9.1.3	Pengendalian kualitas.....	78
9.1.4	Pengiriman, penanganan, dan penyimpanan produk .....	79
9.2	Produk.....	79
9.2.1	Material .....	79
9.2.2	Proporsi campuran grout .....	82
9.3	Pelaksanaan .....	85
9.3.1	Sertifikasi pemasang.....	85
9.3.2	Pemeriksaan .....	85
9.3.3	Instalasi tendon terikat .....	86
9.3.4	<i>Grouting</i> .....	86
9.3.5	Instalasi tendon tidak terikat .....	88
9.3.6	Toleransi tendon .....	90
9.3.7	Pengecoran beton.....	91
9.3.8	Penarikan.....	91



9.3.9	<i>Finishing tendon</i> .....	92
10	Beton tahan susut.....	92
10.1	Umum .....	92
10.2	Produk .....	93
10.2.1	Material.....	93
10.2.2	Persyaratan kinerja dan desain .....	93
10.2.3	Penentuan proporsi .....	94
10.2.4	Penulangan .....	94
10.2.5	Material pengisi join isolasi .....	94
10.3	Pelaksanaan .....	94
10.3.1	Penulangan .....	94
10.3.2	Pengecoran .....	94
10.3.3	Join isolasi .....	95
10.3.4	Perawatan .....	95
11	<i>Slab</i> lantai industrial .....	95
11.1	Umum .....	95
11.1.1	Deskripsi .....	95
11.1.2	Persyaratan umum .....	95
11.1.3	Penyerahan .....	95
11.2	Produk .....	96
11.2.1	Material.....	96
11.2.2	Campuran beton .....	97
11.2.3	Proportioning .....	97
11.2.4	Retarder uap.....	97
11.2.5	Penulangan .....	97
11.2.6	Perangkat transfer beban .....	97
11.2.7	Material pengisi join .....	97
11.2.8	Material pengisi join isolasi .....	98
11.2.9	Material perawatan .....	98
11.2.10	Cairan pematat permukaan .....	98
11.2.11	Pengeras permukaan mineral atau metal dikocok.....	98
11.3	Pelaksanaan .....	98
11.3.1	Persiapan .....	98
11.3.2	Pengukuran, penakaran, dan pencampuran .....	98
11.3.3	Pengiriman .....	98
11.3.4	Pengecoran beton .....	98



11.3.5	Finishing permukaan <i>slab</i> .....	99
11.3.6	Join .....	99
11.3.7	Perawatan dan proteksi .....	99
11.3.8	Cairan pepadat permukaan .....	100
11.3.9	Pengisian join.....	100
12	Konstruksi <i>tilt-up</i> .....	100
12.1	Umum .....	100
12.1.1	Deskripsi .....	100
12.1.2	Koordinasi .....	100
12.1.3	Persyaratan umum.....	100
12.1.4	Penyerahan.....	100
12.1.5	Kualifikasi kontraktor <i>tilt-up</i> .....	101
12.2	Produk.....	101
12.2.1	Agregat .....	101
12.2.2	<i>Shim</i> tumpuan.....	101
12.2.3	Pemecah lekatan .....	102
12.2.4	Cor jangkar dan sambungan.....	102
12.2.5	Zat pewarna .....	102
12.2.6	Kompon perawatan.....	102
12.2.7	Campuran permukaan .....	102
12.2.8	Grout .....	102
12.2.9	Sistem isolasi <i>sandwich</i> (tiga lapis) .....	102
12.3	Pelaksanaan .....	102
12.3.1	Lapisan dasar pencetakan .....	102
12.3.2	Pemecah lekatan .....	103
12.3.3	Pembukaan.....	103
12.3.4	Identifikasi panel .....	103
12.3.5	Bekisting samping.....	103
12.3.6	Pengecoran beton.....	103
12.3.7	<i>Finishing</i> .....	103
12.3.8	<i>Finishing</i> halus .....	104
12.3.9	<i>Finishing</i> bertekstur halus .....	104
12.3.10	Membuat <i>finishing</i> tekstur .....	104
12.3.11	<i>Finishing</i> agregat ekspos dengan retarder .....	104
12.3.12	<i>Finishing</i> agregat ekspos dengan <i>bush-hammer</i> .....	104
12.3.13	Agregat yang dipasang manual untuk <i>finishing</i> agregat ekspos.....	104



12.3.14	Finishing dengan sandblast.....	105
12.3.15	<i>Veneer finishing</i> permukaan.....	105
12.3.16	Perawatan panel.....	105
12.3.17	Penanganan dan pendirian panel.....	105
12.3.18	Toleransi.....	105
12.3.19	Pengujian untuk mendirikan panel .....	105
13	Beton struktural pracetak.....	106
13.1	Umum .....	106
13.1.1	Deskripsi .....	106
13.1.2	Penyerahan .....	106
13.1.3	Penjaminan kualitas .....	108
13.2	Produk .....	109
13.2.1	Persyaratan kinerja.....	109
13.2.2	Material bekisting dan aksesoris .....	109
13.2.3	Baja prategang .....	109
13.2.4	Material beton.....	109
13.2.5	Material penyambung baja .....	110
13.2.6	Bantalan tumpuan dan aksesoris lain.....	110
13.2.7	Material grout.....	111
13.2.8	Komponen panel isolasi dan aksesoris .....	111
13.2.9	Campuran beton .....	112
13.2.10	Pabrikasi bekisting.....	112
13.2.11	Perangkat keras .....	113
13.2.12	Pabrikasi.....	113
13.2.13	Toleransi pabrikasi .....	115
13.2.14	<i>Finishing</i> .....	115
13.2.15	Sumber pengendalian mutu .....	116
13.2.16	Penerimaan elemen pracetak.....	116
13.2.17	Pekerjaan yang cacat.....	116
13.3	Pelaksanaan .....	116
13.3.1	Pesiapan.....	116
13.3.2	Pemeriksaan.....	117
13.3.3	Pendirian .....	117
13.3.4	Toleransi pendirian .....	119
13.3.5	Penjaminan mutu lapangan.....	119
13.3.6	Perbaikan .....	119



13.3.7	Pembersihan.....	120
14	Beton arsitektural pracetak .....	120
14.1	Umum .....	120
14.1.1	Deskripsi .....	120
14.1.2	Penyerahan.....	120
14.1.3	Panel sampel dan <i>mockup</i> .....	121
14.2	Produk.....	122
14.2.1	Sistem cuci jendela .....	122
14.2.2	Penjangkaran batu ke beton pracetak .....	123
14.2.3	<i>Liner</i> bekisting .....	123
14.2.4	Permukaan <i>retarder</i> .....	123
14.2.5	Unit setengah bata dan tipis dan aksesoris .....	123
14.2.6	Unit ubin keramik tanpa diglasir dan diglasir .....	124
14.2.7	Unit <i>terra cotta</i> arsitektural.....	125
14.2.8	Memasang mortar .....	125
14.2.9	Pointing grout lateks semen portland.....	125
14.2.10	Sistem-sistem pengaturan untuk batu bata dan ubin keramik .....	125
14.2.11	Permukaan batu.....	126
14.2.12	Pabrikasi bekisting .....	126
14.2.13	Pemasangan permukaan batu.....	127
14.2.14	Campuran beton permukaan dan cadangan .....	127
14.2.15	<i>Finishing</i> unit beton arsitektural pracetak .....	128
14.3	Pelaksanaan .....	129
14.3.1	Pendirian.....	129
	Lampiran A (Informatif) Catatan untuk pembuat spesifikasi .....	130
	Lampiran B (Informatif) Daftar pemeriksaan persyaratan wajib.....	134
	Lampiran C (Informatif) Daftar pemeriksaan persyaratan wajib opsional .....	138
	Lampiran D (Informatif) Daftar pemeriksaan penyerahan.....	156

### Daftar Tabel

Tabel 1 - Selimut beton untuk tulangan .....	33
Tabel 2 - Diameter minimum bengkokan yang disyaratkan.....	35
Tabel 3 - Persyaratan kadar material sementisius minimum untuk lantai.....	40
Tabel 4 - Untuk kategori paparan S: paparan sulfat .....	41
Tabel 5 - Persyaratan untuk menetapkan kesesuaian kombinasi material sementisius yang terekspos terhadap sulfat yang terlarut dalam air.....	42



Tabel 7 - Jumlah kadar udara untuk beton yang terekspos terhadap siklus beku dan cair...	42
Tabel 8 - Persyaratan material sementisius maksimum untuk beton yang terekspos bahan kimia pencair es.....	43
Tabel 9 - Untuk kategori paparan P: dalam kontak dengan air yang membutuhkan beton dengan permeabilitas rendah .....	43
Tabel 10 - Untuk kategori paparan C: kondisi yang mensyaratkan perlindungan korosi pada penulangan .....	44
Tabel 11 - Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan , bila data tersedia untuk menetapkan deviasi standar sampel, MPa.....	45





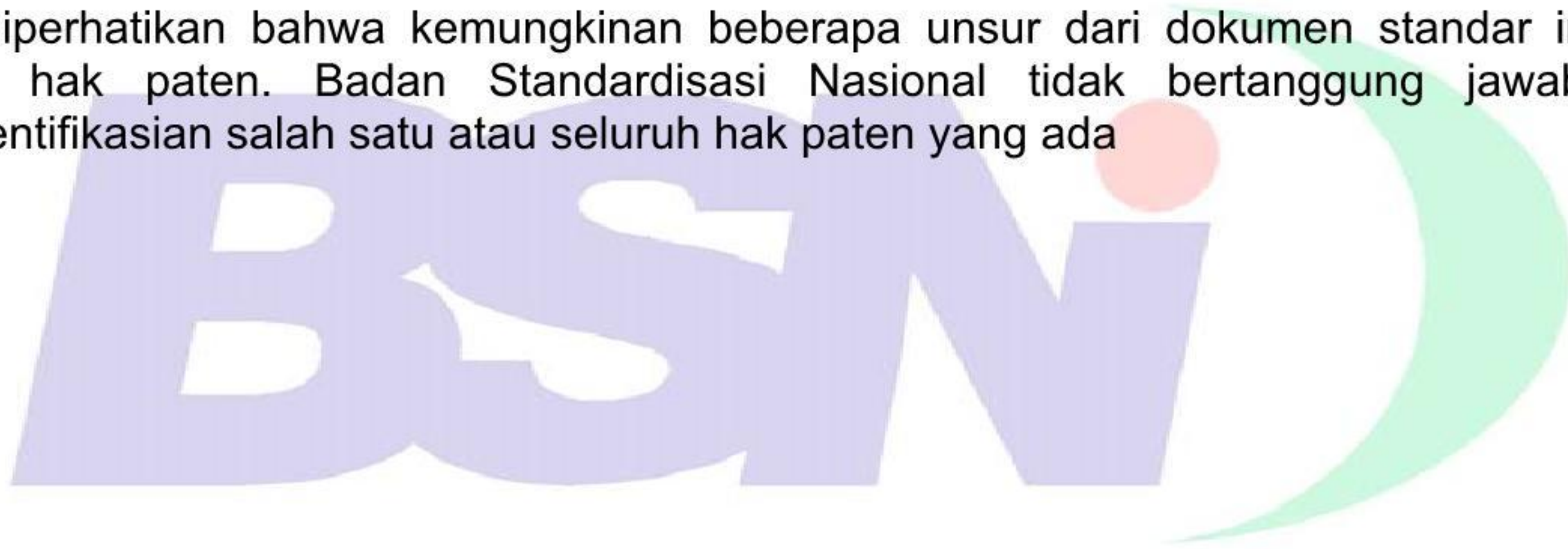
## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 6880:2016 dengan judul “Spesifikasi beton structural” adalah standar yang merevisi SNI 03-6880-2002 Spesifikasi beton struktural , dan merupakan standar pengembangan sendiri yang mengacu kepada ACI 301M-10 *Specification for structural concrete*. Standar ini disusun dengan maksud menyediakan acuan bagi praktisi yang bergerak dalam bidang konstruksi.

Standar Nasional Indonesia ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Bahan Bangunan pada Sub Komite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan dan telah dibahas dalam forum rapat konsensus pada tanggal 2 Desember 2014 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum Bandung. Forum rapat konsensus ini dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, asosiasi, lembaga penelitian, perguruan tinggi dan instansi pemerintah terkait.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 2 Februari 2016 sampai dengan 1 April 2016, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada





## Pendahuluan

Spesifikasi ini dapat digunakan oleh perencana/penanggung jawab struktur untuk setiap proyek konstruksi yang melibatkan beton struktural dengan cara mengutipnya dalam spesifikasi proyek. Daftar pemeriksaan disediakan untuk membantu perencana/penanggung jawab struktur guna melengkapi ketentuan dalam spesifikasi ini sesuai yang diperlukan dengan menunjuk atau menetapkan persyaratan-persyaratan proyek individual.

Lima pasal pertama dokumen ini mencakup persyaratan konstruksi umum untuk beton struktural yang dicor di tempat dan *slab* di atas tanah. Pasal-pasal ini meliputi material dan menentukan proporsi campuran beton; penulangan dan baja prategang; produksi, pengecoran, *finishing*, dan perawatan beton; kriteria kinerja bekisting dan konstruksi; perlakuan pada join-join; item tertanam; perbaikan cacat-cacat permukaan; dan *finishing* untuk permukaan yang dicetak dan tidak dicetak. Ketentuan-ketentuan yang mengatur pengujian, evaluasi, dan penerimaan beton sama halnya dengan penerimaan struktur termasuk pula di dalamnya. Pasal-pasal yang tersisa yang dikhususkan untuk beton arsitektural, beton ringan, beton massa, beton pasca-tarik, beton tahan susut, *slab* lantai industrial, konstruksi *tilt-up*, beton pracetak struktural dan beton pracetak arsitektural.









## Spesifikasi untuk beton struktural

### 1 Persyaratan umum

#### 1.1 Ruang lingkup

##### 1.1.1 Pekerjaan yang disyaratkan

Spesifikasi ini mengatur konstruksi beton yang dicor in-situ dan beton pracetak struktural serta *slab* lantai industrial yang dicor di atas tanah.

Ketentuan-ketentuan Spesifikasi ini harus dilaksanakan kecuali terdapat ketentuan lain yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

##### 1.1.2 Pekerjaan yang tidak disyaratkan

Pekerjaan-pekerjaan yang tidak dicakup dalam spesifikasi ini sebagai berikut:

- Produk beton pracetak yang tercakup dalam spesifikasi ASTM;
- Beton pelindung dari beton berat;
- Beton perkerasan *slipform*;
- Teraso;
- Beton insulasi;
- Beton tahan panas (refraktori);
- Beton semprot; dan
- Dinding beton *slipform*.

##### 1.1.3 Satuan-satuan

Nilai-nilai dalam spesifikasi ini dinyatakan dalam satuan SI.

### 1.2 Definisi

#### 1.2.1

##### **dapat diterima atau diterima**

ditentukan oleh perencana/penanggung jawab struktur

#### 1.2.2

##### **penerimaan**

pengakuan oleh perencana/penanggung jawab struktur bahwa penyerahan pekerjaan yang telah diselesaikan dapat diterima

#### 1.2.3

##### **teknisi ahli pengujian beton di lapangan**

staf laboratorium tersertifikasi yang memiliki pengetahuan dan kemampuan untuk melakukan dan mencatat hasil-hasil uji sesuai peraturan beton Indonesia yang berlaku pada campuran beton segar untuk membuat dan merawat spesimen uji



#### 1.2.4

##### **perencana/penanggung jawab struktur**

arsitek, insinyur, perusahaan arsitektur, perusahaan rekayasa, atau perusahaan arsitektural dan rekayasa yang menerbitkan dokumen kontrak atau memimpin proyek sesuai dokumen kontrak, atau keduanya

#### 1.2.5

##### **beton arsitektural**

beton ekspos yang biasanya kelihatan, diindikasikan sebagai beton arsitektural dalam dokumen kontrak, dan karena itu memerlukan perhatian khusus dalam pemilihan bahan beton, pembentukan, pengecoran, dan finishing untuk menghasilkan penampilan arsitektural yang diinginkan

#### 1.2.6

##### **penopang sementara (*backshore*)**

penopang ditempatkan persis di bawah slab beton atau komponen struktural setelah cetakan beton yang sesungguhnya dan penopang harus telah dibongkar, tanpa menyebabkan *slab* atau komponen struktur melendut, atau mendukung beratnya sendiri atau beban konstruksi yang ada

#### 1.2.7

##### **beton cor in-situ**

beton yang dituang dan dibiarkan mengeras di tempat yang ditentukan pada struktur jadi, sebagai lawan dari beton pracetak

#### 1.2.8

##### **uji pemeriksaan**

pengujian yang dilakukan untuk memverifikasi hasil uji terdahulu dari campuran beton segar

#### 1.2.9

##### **dokumen kontrak**

satu set dokumen yang disediakan oleh pemilik untuk kontraktor sebagai dasar untuk pelaksanaan konstruksi; dokumen ini berisi bentuk kontrak, kondisi kontrak, spesifikasi, gambar, lampiran, dan perubahan kontrak

#### 1.2.10

##### **kontraktor**

orang, perusahaan, atau pihak sesuai kontrak untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi

#### 1.2.11

##### **sampel referensi desain**

sampel dari warna, *finishing* dan tekstur beton pracetak yang diajukan untuk verifikasi awal dari yang dimaksudkan oleh desain

#### 1.2.12

##### **saluran**

material untuk membuat saluran di dalam suatu komponen struktur beton guna mengakomodasi baja prategang dari suatu tendon pasca-tarik

#### 1.2.13

##### **diameter ekuivalen bundel**

diameter lingkaran memiliki luas sama dengan jumlah luas batang tulangan dalam bundel tulangan



**1.2.14****semen ekspansif**

semen yang, bila dicampur dengan air, menghasilkan pasta yang, setelah proses pengikatan, cenderung meningkat volumenya dan digunakan untuk mengkompensasi penurunan volume akibat penyusutan atau untuk menginduksi tegangan tarik dalam tulangan

**1.2.15****bidang ekspos**

bagian struktur yang dapat terlihat oleh umum selama penggunaan normal

**1.2.16****beton kekuatan awal tinggi**

beton yang dibuat dengan menggunakan semen tambahan, semen kekuatan awal tinggi, atau bahan campuran tambahan, untuk mempercepat pengembangan kekuatan umur awal

**1.2.17****clearance dongkrak**

ruang minimum yang diperlukan untuk dengan aman dapat menginstal, mengoperasikan, dan melepaskan dongkrak hidrolik melalui berbagai gerakan guna menegangkan suatu tendon

**1.2.18****insinyur desain berlisensi**

insinyur berlisensi yang mewakili Kontraktor, yang telah berlatih rekayasa teknik sesuai yang didefinisikan dalam persyaratan hukum perizinan profesional oleh pemerintah atau yang berwenang di mana proyek tersebut akan dibangun

**1.2.19****beton ringan**

beton struktural yang mengandung agregat ringan sesuai dengan ASTM C330 dan memiliki keseimbangan densitas antara 1 440 dan 1 840 kg/m<sup>3</sup>, sesuai yang ditentukan dalam ASTM C567

**1.2.20****beton massa**

setiap volume beton struktural di mana kombinasi dari dimensi komponen struktur yang dicor, kondisi-kondisi batas, karakteristik campuran beton dan kondisi ambien dapat menyebabkan tegangan termal yang tidak diperhitungkan, retak, reaksi kimia yang merusak, atau reduksi pada kekuatan jangka panjang sebagai akibat dari temperatur beton yang meningkat akibat panas dari hidrasi

**1.2.21****beton normal**

beton struktural yang mengandung agregat sesuai dengan ASTM C33 dan biasanya memiliki densitas antara 2 160 dan 2 560 kg/m<sup>3</sup>

**1.2.22****pemilik**

korporasi, asosiasi, kemitraan, perseorangan, instansi publik, atau pemerintah untuk siapa proyek tersebut dibangun



**1.2.23**

**dijinkan**

diterima atau dapat diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur, biasanya berkaitan dengan permintaan dari kontraktor, atau bila disyaratkan dalam dokumen kontrak

**1.2.24**

**pasca-tarik**

suatu metode beton bertulang prategang di mana tendon ditarik setelah beton mencapai kuat lapangan minimum atau umur minimum yang disyaratkan

**1.2.25**

**beton pracetak**

beton yang dicor di tempat lain dari posisi akhirnya

**1.2.26**

**beton prategang**

beton struktural di mana tegangan internal diintroduksi untuk mereduksi tegangan tarik potensial pada beton akibat beban (lihat pasca-tarik dan pratarik)

**1.2.27**

**selongsong prategang**

material pembungkus baja prategang untuk mencegah lekatan baja prategang dengan beton sekitarnya, guna memberikan proteksi terhadap korosi dan mengandung lapisan pencegah korosi

**1.2.28**

**baja prategang**

elemen baja kekuatan tinggi, seperti *strand*, batang tulangan, atau kawat, yang digunakan untuk memberikan gaya prategang pada beton

**1.2.29**

**pratarik**

metode prategang di mana baja prategang ditarik sebelum beton dicor

**1.2.30**

**gambar proyek**

presentasi grafis dari persyaratan proyek

**1.2.31**

**spesifikasi proyek**

dokumen tertulis yang merinci persyaratan untuk pekerjaan sesuai dengan parameter layan dan kriteria spesifik lainnya

**1.2.32**

**metode *pull-on***

metode pemasangan dari angkur ujung terjepit dengan menarik baja prategang

**1.2.33**

**jaminan mutu**

tindakan yang diambil oleh pemilik atau perwakilan pemilik untuk memberi keyakinan bahwa pekerjaan yang dilakukan dan material yang disediakan sesuai dengan dokumen kontrak



**1.2.34****pengendalian mutu**

tindakan yang diambil oleh kontraktor untuk menjamin bahwa pekerjaan memenuhi persyaratan dalam dokumen kontrak

**1.2.35****spesifikasi referensi**

material-material yang diuraikan dalam dokumen dengan bahasa hukum yang mengikat terstandar, dimensi dan pengerjaan, yang termasuk dalam dokumen kontrak

**1.2.36****standar referensi**

dokumen bahasa hukum yang mengikat terstandar dari masyarakat teknis, organisasi, atau asosiasi, termasuk peraturan otoritas lokal atau nasional, yang termasuk referensi dalam dokumen kontrak

**1.2.37****disyaratkan**

disyaratkan dalam spesifikasi ini atau dokumen kontrak

**1.2.38****reshore (penopang ulang)**

penopang yang ditempatkan pas di bawah strip *slab* beton atau komponen struktural lain setelah bentuk asli dan penopang dilepas dari area yang luas, sehingga membutuhkan *slab* atau komponen struktural baru untuk melendut guna mendukung berat sendiri dan beban konstruksi yang ada yang bekerja sebelum pemasangan penopang ulang

**1.2.39****gambar kerja**

gambar yang memberikan detail untuk bagian tertentu dari pekerjaan yang disiapkan oleh kontraktor sesuai dengan dokumen kontrak dan yang dikaji ulang oleh perencana/penanggung jawab struktur

**1.2.40****shore (penopang)**

komponen vertikal atau miring dari struktur penopang, yang dirancang untuk memikul berat bekisting, beton, dan beban konstruksi di atasnya

**1.2.41****beton tahan susut**

beton yang setelah pengikatan volumenya membesar, yang dirancang untuk menginduksi tegangan tekan dalam beton tertahan oleh tulangan atau sebab-sebab lain, guna mengimbangi tegangan tarik akibat penyusutan

**1.2.42****uji kekuatan**

uji standar yang dilakukan untuk evaluasi dan penerimaan beton yang ditentukan sebagai rata-rata kekuatan tekan dari minimal dua silinder 150 mm x 300 mm atau minimal tiga silinder 100 mm x 200 mm yang dibuat dari sampel beton yang sama, ditransportasi dan dirawat standar sesuai ASTM C31/C31M dan diuji sesuai ASTM C39/C39M pada umur 28 hari atau pada umur uji yang direncanakan untuk  $f'_c$



**1.2.43**

**beton struktural**

beton yang digunakan pada komponen struktur untuk menahan beban dan memiliki kekuatan tekan yang disyaratkan minimal 17 MPa

**1.2.44**

**pengiriman**

diberikan kepada perencana/penanggung jawab struktur untuk diperiksa

**1.2.45**

**penyerahan**

dokumen atau material yang diberikan kepada perencana/penanggung jawab struktur untuk kaji ulang dan penerimaan

**1.2.46**

**cacat permukaan**

ketidaksempurnaan pada permukaan beton yang didefinisikan dalam dokumen kontrak dan wajib diperbaiki

**1.2.47**

**tendon**

pada aplikasi pratarik, tendon adalah baja pratarik; pada aplikasi pasca-tarik, tendon adalah rakitan lengkap yang terdiri dari angkur, baja prategang, dan selongsong dengan pelapis untuk aplikasi tanpa lekatan atau saluran dengan graut untuk aplikasi dengan lekatan

**1.2.48**

**tilt-up**

teknik konstruksi pengecoran komponen struktur beton dalam posisi horizontal di situs proyek dan kemudian didirikan ke posisi tegak yang final pada suatu struktur

**1.2.49**

**slab limbah**

slab sementara guna memberikan permukaan cor untuk panel *tilt-up*

**1.2.50**

**selubung bekisting kayu**

material pembentuk bidang kontak cetakan; juga disebut *lagging* atau pelapis

**1.2.51**

**pekerjaan**

konstruksi keseluruhan atau bagian-bagian yang diidentifikasi secara terpisah untuk dilengkapi sesuai dokumen kontrak

**1.3 Standar referensi dan kutipan publikasi**

**1.3.1 Standar referensi**

Standar yang dimaksud dalam spesifikasi ini terdaftar dengan sebutan seri termasuk tahun adopsi atau revisi.

**1.3.1.1 Standar Nasional Indonesia**

SNI 2461: 2014, *Spesifikasi agregat ringan untuk beton struktural*.



SNI 6430.2: 2014, *Metode pengujian waktu pengikatan graut untuk beton agregat praletak di laboratorium.*

SNI 2493: 2011, *Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.*

SNI 7974: 2013, *Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidrolik.*

SNI 6809: 2014, *Tata cara mengestimasi kekuatan beton dengan metode maturitas.*

SNI 6818:2013, *Spesifikasi bahan bersifat semen dalam kemasan, kering dan cepat mengeras untuk perbaikan beton.*

SNI 4810: 2013, *Tata cara pembuatan dan perawatan spesimen uji beton di lapangan.*

### 1.3.1.2 Standar ACI

117M-10, *Specifications for tolerances for concrete construction and materials.*

423.7-07, *Specifications for unbonded single-strand tendon materials and commentary.*

423.9-10, *Test method for bleed stability of cementitious post-tensioning tendon grout.*

ITG-7M-09, *Specifications for tolerances for precast concrete.*

### 1.3.1.3 Standar ASTM

A82/A82M-07, *Standard specification for steel wire, plain, for concrete reinforcement.*

A184/A184M-06, *Standard specification for welded deformed steel bar mats for concrete reinforcement.*

A185/A185M-07, *Standard specification for steel welded wire reinforcement, plain, for concrete.*

A416/A416M-06, *Standard specification for steel strand, uncoated seven-wire for prestressed concrete.*

A421/A421-05, *Standard specification for uncoated stress-relieved steel wire for prestressed concrete.*

A496/A496-07, *Standard specification for steel wire, deformed, for concrete reinforcement.*

A497/A497-07, *Standard specification for steel welded wire reinforcement, deformed, for concrete.*

A615/A615-07, *Standard specification for deformed and carbon-steel bars for concrete reinforcement.*

A666-03, *Standard specification for annealed or cold-worked austenitic stainless steel sheet, strip, plate, and flat bar.*

A706/A706M-06a, *Standard Specification for low-alloy steel deformed and plain bars for concrete reinforcement.*

A722/A722-07, *Standard specification for uncoated high-strength steel bars for prestressing concrete.*

A767/A767-06, *Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel bars for concrete reinforcement.*

A775/A775M-07a, *Standard specification for epoxy-coated steel reinforcing bars.*

A779/A779M-00, *Standard specification for steel strand, seven-wire, uncoated, compacted, stress-relieved for prestressed concrete.*



- A 780-01, *Standard practice for repair of damaged hot-dip galvanized coatings.*
- A820/A820M, *Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete.*
- A882/A882M-04a, *Standard specification for filled epoxy-coated seven-wire prestressing steel strand.*
- A884/A884M-04, *Standard specification for epoxy-coated steel wire and welded wire reinforcement.*
- A886/A886M-05, *Standard specification for steel strand, indented, wire and welded wire reinforcement.*
- A910/A910M-05, *Standard specification for uncoated, weld less, 2- and 3-wire steel strand for prestressed concrete.*
- A934/A934M-07, *Standard specification for epoxy-coated prefabricated steel reinforcing bars.*
- A955/A955M-07a, *Standard specification for deformed and plain stainless-steel bars for concrete reinforcement.*
- A970/A970M-06, *Standard specification for welded or forged headed bars for concrete reinforcement.*
- A996/A996M-06a, *Standard specification for rail-steel and axle-steel deformed bars for concrete reinforcement.*
- A1022/A1022M-07, *Standard specification for deformed and plain stainless steel wire and welded wire for concrete reinforcement.*
- A1035/A1035M-07, *Standard specification for deformed and plain, low-carbon, chromium, steel bars for concrete reinforcement.*
- A1044/A1044M-05, *Standard specification for steel stud assemblies for shear reinforcement of concrete.*
- C33/03, *Standard specification for concrete aggregates.*
- C39/C39M-05, *Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.*
- C42/C42M-04, *Standard test method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete.*
- C67-09, *Standard test method for sampling and testing brick and structural clay tile.*
- C78-09, *Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading).*
- C94/C94M-06, *Standard specification for ready-mixed concrete.*
- C109/C109-08, *Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2 in. or [50 mm] cube specimens).*
- C126-09, *Standard specification for ceramic glazed structural clay facing tile, facing brick, and solid masonry units.*
- C138/C138M-09, *Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete.*
- C143/C143M-09, *Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete.*
- C144-04, *Standard specification for aggregate for masonry mortar.*
- C150-05, *Standard specification for Portland cement.*



C157/C157M-08, *Standard test method for length change of hardened hydraulic-cement mortar and concrete.*

C171-07, *Standard specification for sheet materials for curing concrete.*

C172-04, *Standard practice for sampling freshly mixed concrete.*

C173/C173M-09, *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method.*

C192/C192M-06, *Standard practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory.*

C216-01a, *Standard specification for facing brick (Solid masonry units made from clay or shale).*

C231-04, *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method.*

C260-06, *Standard specification for air-entraining admixtures for concrete.*

C309-07, *Standard specification for liquid membrane-forming compounds for curing concrete.*

C373-88, *Standard test method for water absorption, bulk density, apparent porosity, and apparent specific gravity of fired white ware products.*

C387-09, *Standard specification for packaged, dry, combined materials for mortar and concrete.*

C403/C403M-08, *Standard test method for time of setting of concrete mixtures by penetration resistance.*

C404-07, *Standard specification for aggregates for masonry grout.*

C494/C494M-05a, *Standard specification for chemical admixtures for concrete.*

C567-05a, *Standard test method for determining density of structural lightweight concrete.*

C578-09, *Standard specification for rigid, cellular polystyrene thermal insulation.*

C591-08a, *Standard specification for unfaced performed rigid cellular polyisocyanurate thermal insulation.*

C595-07, *Standard specification for blended hydraulic cements.*

C597-02, *Standard test method for pulse velocity through concrete.*

C618-05, *Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete.*

C642-06, *Standard test method for density, absorption, and voids in hardened concrete.*

C650-04, *Standard test method for resistance of ceramic tile to chemical substances.*

C666/C666M-03, *Standard test method for resistance of concrete to rapid freezing and thawing.*

C684-99 (2003), *Standard test method for making, accelerated curing, and testing concrete compression test specimens.*

C685/C685M-01, *Standard specification for concrete made by volumetric batching and continuous mixing.*

C803/C803M-03, *Standard test method for penetration resistance of hardened concrete.*

C805/C805M-08, *Standard test method for rebound number of hardened concrete.*



C834-05, *Standard specification for latex sealants standard specification for expansive hydraulic cement.*

C845-04, *Standard specification for expansive hydraulic cement.*

C873/C873M-04, *Standard test method for compressive strength of concrete cylinders cast in place in cylindrical molds.*

C878/C878M-09, *Standard test method for restrained expansion of shrinkage-compensating concrete.*

C881/C881M-02, *Standard specification for epoxy-resin-base bonding systems for concrete.*

C900-06, *Standard test method for pullout strength of hardened concrete.*

C920-08, *Standard specification for elastomeric joint sealants.*

C939-02, *Standard test method for flow of grout for preplaced-aggregate concrete (flow cone method).*

C940-98a, *Standard test method for expansion and bleeding of freshly mixed grouts for preplaced-aggregate concrete in the laboratory.*

C942-99, *Standard test method for compressive strength of grouts for preplaced-aggregate concrete in the laboratory.*

C979-05, *Standard specification for pigments for integrally colored concrete.*

C989-06, *Standard specification for ground granulated blast furnace slag for use in concrete and mortars.*

C1012-04, *Standard test method for length change of hydraulic-cement mortars exposed to a sulfate solution.*

C1017/C1017M-03, *Standard specification for chemical admixtures for use in producing flowing concrete.*

C1059-99, *Standard specification for latex agents for bonding fresh to hardened concrete.*

C1064/C1064-08, *Standard test method for temperature of freshly mixed hydraulic-cement concrete.*

C1077-09b, *Standard practice for laboratories testing concrete and concrete aggregates for use in construction and criteria for laboratory evaluation.*

C1088-09, *Standard specification for thin veneer brick units made from clay or shale.*

C1107/C1107M-08, *Standard specification for packaged dry, hydraulic-cement grout (Nonshrink).*

C1157-03, *Standard performance specification for hydraulic cement.*

C1218/C1218M-99, *Standard test method for water-soluble chloride in mortar and concrete.*

C1240-05, *Standard specification for silica fume used in cementitious mixtures.*

C1289-08, *Standard specification for faced rigid cellular polyisocyanurate thermal insulation board.*

C1315-08, *Standard specification for liquid membrane-forming compounds having special properties for curing and sealing concrete.*

C1354/C1354M-09, *Standard test method for strength of individual stone anchorages in dimension stone.*

D98-05, *Standard specification for calcium chloride.*

D412-06a<sup>e2</sup>, *Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers-tension.*



- D638-08, *Standard test method for tensile properties of plastics.*
- D698-07a<sup>e1</sup>, *Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using standard effort [12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)].*
- D 994-98, *Standard specification for preformed expansion joint filler for concrete (Bituminous Type).*
- D1621-04a, *Standard test methods for compressive properties of rigid cellular plastics.*
- D1751-04, *Standard specification for preformed expansion joint fillers for concrete paving and structural construction (non-extruding and resilient bituminous types).*
- D1752-04a, *Standard specification for performed sponge rubber and cork expansion joint fillers for concrete paving and structural construction.*
- D2240-05, *Standard test method for rubber property-durometer hardness.*
- D2940/D2940M-09, *Standard specification for graded aggregate material for bases or subbases for highways or airports.*
- D3575-08, *Standard test methods for flexible cellular materials made from olefin polymers.*
- D4397-09, *Standard specification for polyethylene sheeting for construction, industrial, and agricultural applications.*
- E165-09, *Standard practice for liquid penetrant examination for general industry.*
- E329-08, *Standard specification for agencies engaged in the testing and/or inspection of materials used in construction.*
- E488-96 (2003), *Standard test methods for strength of anchors in concrete and masonry elements.*
- E543-09, *Standard specification for agencies performing nondestructive testing.*
- E1155-96 (2008), *Standard test methods for determining F<sub>F</sub> floor flatness and F<sub>L</sub> floor levelness numbers.*
- E1444-05, *Standard practice for magnetic particle testing.*
- E1643-09, *Standard practice for selection, design, installation, and inspection of water vapor retarders used in contact with earth or granular fill under concrete slabs.*
- E1745-09, *Standard specification for water vapor retarders used in contact with soil or granular fill under concrete slabs.*

#### 1.3.1.4 Standar referensi lain

Standar lain yang diacu spesifikasi ini:

- AASHTO HB-17(02), *Standard specification for highway bridges.*
- AASHTO-07, *LRFD Bridge design specifications.*
- AASHTO M 251-06, *Standard specification for plain and laminated elastomeric bridge bearings.*
- ANSI A108/A118/A136.1-09, *American National standards for the installation of ceramic tile.*
- ANSI/API RP 13B-1-09, *Recommended practice for field testing water-based drilling fluids, fourth edition.*
- ASHRAE 90.1-99, *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings.*
- AWS C5.4-93, *Recommended practices for stud welding.*



AWS D1.1/D1.1M-08, *Structural welding code – Steel*.

AWS D1.4/D1.4M-98, *Structural welding code – Reinforcing Steel*.

CRD-C513-74, *Specification for rubber waterstops*.

CRD-C572-74, *Specification for polyvinylchloride waterstops*.

NAVY MIL-C-882E-89, *Cloth, duck, cotton or cotton-polyester blend, synthetic rubber, impregnated, and laminated, oil resistant*.

### **1.3.2 Publikasi yang dikutip**

Publikasi yang dikutip dalam Spesifikasi ini:

ACI SP-15, *Field reference manual: Specifications for structural concrete (ACI 301M-10) with selected ACI and ASTM References*.

CRSI MSP-2-01, *Manual of standard practice, 27<sup>th</sup> edition*.

### **1.3.3 Referensi lapangan**

Simpan satu copy di kantor lapangan kontraktor untuk referensi berikut:

ACI SP-15, *Field reference manual: Specifications for structural concrete (ACI 301M-05) with selected ACI and ASTM Reference*.

## **1.4 Penyerahan**

### **1.4.1 Umum**

Kontraktor harus menyerahkan kepada perencana/penanggung jawab struktur, pengajuan yang telah ditetapkan oleh spesifikasi ini, sesuai yang tercantum dalam dokumen kontrak.

### **1.4.2 Pengendalian mutu kontraktor**

Apabila disyaratkan, serahkan rencana pengendalian mutu yang menunjukkan cara dan metode untuk mengendalikan pembelian, penggunaan dan penempatan material. Berikan informasi yang berkaitan dengan pengendalian mutu sesuai dengan 1.5.2.

## **1.5 Jaminan dan pengendalian mutu**

### **1.5.1 Umum**

Material beton dan operasinya dapat diuji dan diperiksa oleh Pemilik sebagai kemajuan Pekerjaan. Kegagalan untuk mendeteksi Pekerjaan atau material yang cacat tidak dapat mencegah penolakan bila cacat tersebut akhirnya ditemukan maka perencana/penanggung jawab struktur tidak berkewajiban menerimanya untuk penerimaan final.

#### **1.5.1.1 Lembaga penguji**

Instansi yang memberikan layanan pengujian material beton untuk penjaminan mutu harus memenuhi persyaratan ASTM C1077. Instansi penguji yang menguji atau memeriksa pemasangan baja tulangan harus memenuhi persyaratan ASTM E329. Instansi penguji harus disetujui oleh perencana/penanggung jawab struktur sebelum melakukan tugasnya.

#### **1.5.1.2 Teknisi ahli pengujian beton di lapangan**



Pengujian beton di lapangan sesuai yang disyaratkan dalam 1.5.2 dan 1.5.3.2 harus dilaksanakan oleh teknisi ahli atau yang setara. Program sertifikasi yang ekuivalen harus mencakup persyaratan yang dapat diterima untuk ujian tertulis dan kinerja.

## **1.5.2 Tanggung jawab kontraktor**

**1.5.2.1** Ajukan data kualifikasi untuk penerimaan instansi penguji yang diusulkan oleh kontraktor. Penggunaan layanan pengujian tidak berarti melepaskan kontraktor dari tanggung jawab untuk menghasilkan material dan konstruksi yang sesuai dokumen kontrak.

### **1.5.2.2 Tugas dan tanggung jawab**

Kontraktor harus melaksanakan tugas dan tanggung jawab sesuai 1.5.2.2.a sampai 1.5.2.2.g, kecuali disyaratkan lain dalam dokumen kontrak.

**1.5.2.2.a** Kualifikasi material yang diusulkan dan mantapkan proporsi campuran dengan pemasok beton.

**1.5.2.2.b** Izinkan akses ke lokasi proyek atau sumber material dan bantu lembaga uji yang disetujui pemilik dalam memperoleh dan menangani sampel di situs proyek atau pada sumber material.

**1.5.2.2.c** Berikan saran kepada instansi penguji yang ditunjuk pemilik minimal 24 jam sebelum kegiatan untuk menjadwalkan uji penjaminan mutu, mengkaji persyaratan proyek, dan untuk penugasan personil.

**1.5.2.2.d** Sediakan ruang dan sumber daya listrik di lokasi proyek untuk fasilitas yang akan digunakan guna perawatan awal spesimen uji beton sesuai SNI 4810:2013, untuk digunakan hanya oleh lembaga uji penjaminan mutu yang ditugasi oleh pemilik.

**1.5.2.2.e** Ajukan data uji tentang material yang digunakan untuk beton dan proporsi-proporsi campuran.

**1.5.2.2.f** Ajukan program pengendalian mutu dari pemasok beton.

**1.5.2.2.g** Bila disyaratkan atau diijinkan untuk melaksanakan uji kekuatan yang dipercepat sesuai dengan ASTM C684, ajukan data korelasi untuk kekuatan tekan 28 hari yang dirawat standar berdasarkan minimal 15 set data uji sesuai dengan 1.5.3.2.f dengan beton yang dibuat dengan material yang sama meliputi rentang minimal kekuatan rata-rata yang dibutuhkan, lebih atau kurang 7 MPa. Ajukan prosedur statistik untuk mengestimasi kekuatan tekan 28 hari yang dirawat standar dari kekuatan dipercepat yang diukur.

**1.5.2.3** Pengujian yang disyaratkan oleh lembaga pengujian kontraktor – kecuali disyaratkan lain dalam dokumen kontrak, sediakan layanan pengujian yang diperlukan sesuai 1.5.2.3.a dan 1.5.2.3.b.

**1.5.2.3.a** Kualifikasi material yang diusulkan dan pemantapan campuran beton.

**1.5.2.3.b** Layanan pengujian lainnya yang diperlukan atau disyaratkan oleh kontraktor untuk memenuhi rencana pengendalian mutu.



### 1.5.3 Tanggung jawab instansi pengujian dari pemilik

**1.5.3.1** Kecuali disyaratkan lain dalam dokumen kontrak, instansi penguji dari pemilik harus memberikan layanan-layanan yang diperlukan sesuai 1.5.3.1.a sampai 1.5.3.1.c.

**1.5.3.1.a** Lembaga penguji dari pemilik harus memeriksa, mengambil sampel, dan menguji material serta produksi beton seperti yang disyaratkan dalam dokumen kontrak. Bila diketahui bahwa material yang diberikan atau pekerjaan yang dilaksanakan kontraktor gagal memenuhi dokumen kontrak, lembaga pengujian harus segera melaporkan kekurangan-kekurangan tersebut kepada perencana/penanggung jawab struktur, pemilik, kontraktor, dan pemasok beton.

**1.5.3.1.b** Lembaga pengujian dari pemilik dan wakil-wakilnya tidak berwenang untuk mencabut, mengubah, mengendurkan, memperbesar, atau mengeluarkan persyaratan dokumen kontrak, atau untuk menerima atau menolak setiap bagian dari pekerjaan.

**1.5.3.1.c** Lembaga pengujian dari pemilik harus melaporkan hasil pengujian dan pemeriksaan Pekerjaan kepada pemilik, perencana/penanggung jawab struktur, kontraktor, dan pemasok beton dalam waktu 7 hari setelah pengujian dan pemeriksaan dilaksanakan. Laporan uji kekuatan harus mencakup lokasi di mana pekerjaan beton yang diwakili oleh setiap pengujian diambil, tanggal dan waktu pengambilan sampel, dan nomor tiket *batch*. Laporan uji kekuatan harus mencakup informasi rinci tentang penyimpanan dan perawatan spesimen sebelum pengujian.

#### 1.5.3.2 Layanan pengujian

Apabila disyaratkan oleh pemilik atau perencana/penanggung jawab struktur, lembaga pengujian pemilik boleh melakukan layanan pengujian sesuai 1.5.3.2.a sampai 1.5.3.2.g tanpa membebankan biaya kepada kontraktor.

**1.5.3.2.a** Pengkajian dan pengujian untuk menilai kebenaran hasil uji material yang diusulkan oleh kontraktor untuk kesesuaian dengan dokumen kontrak.

**1.5.3.2.b** Pengkajian dan pengujian untuk menilai kebenaran hasil-hasil uji campuran beton yang diusulkan oleh kontraktor.

**1.5.3.2.c** Memperoleh sampel produksi material di pabrik atau di tempat penyimpanan selama berlangsungnya pekerjaan serta menguji kesesuaiannya dengan dokumen kontrak.

**1.5.3.2.d** Untuk setiap campuran beton di proyek yang dicor pada hari yang sama, ambil sampel beton segar sesuai dengan SNI 2458:2008. Pengambilan sampel adukan dalam truk atau *batch* beton harus diambil secara acak. Kecuali disyaratkan lain, minimal satu sampel komposit harus diambil untuk setiap 110 m<sup>3</sup> beton atau 460 m<sup>2</sup> luas permukaan *slab* atau dinding, atau bagian-bagiannya. Bila kuantitas campuran beton total yang ditentukan kurang dari 38 m<sup>3</sup>, pengujian kekuatan bisa diabaikan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

Setiap sampel yang digunakan untuk mencetak spesimen uji kekuatan SNI 4810:2013 harus diuji untuk *slump* (ASTM C143/C143M), kadar udara (ASTM C231 atau ASTM C173/C173M), temperatur (ASTM C1064/C1064M), dan densitas (ASTM C138/C138M).

**1.5.3.2.e** Lembaga pengujian pemilik harus melakukan uji kekuatan beton selama konstruksi dengan membuat dan merawat spesimen uji sesuai SNI 4810:2013 dan menguji kekuatan spesimen sesuai ASTM C39/C39M. Kecuali disyaratkan lain, kekuatan beton untuk



penerimaan harus nilai rata-rata hasil uji pada umur 28 hari dari minimal dua silinder 150 mm x 300 mm atau tiga silinder 100 mm x 200 mm.

**1.5.3.2.f** Bila disyaratkan atau diijinkan pengujian beton yang dipercepat, spesimen harus dibuat dan dirawat sesuai ASTM C684. Spesimen pendamping yang dirawat standar untuk uji kekuatan umur 28 hari dapat disyaratkan untuk setiap uji kekuatan yang dipercepat lainnya guna mempertahankan dan menyesuaikan korelasi antara uji kekuatan umur 28 hari yang dirawat standar dan dipercepat.

**1.5.3.2.g** Untuk beton yang mungkin terekspos oleh garam-garam pencair es, dokumen kontrak boleh mensyaratkan uji kadar udara pada interval yang lebih sering daripada yang diberikan dalam 1.5.3.2.d.

### 1.5.3.3 Layanan tambahan pemeriksaan dan pengujian

Apabila disyaratkan, lembaga pengujian pemilik harus melakukan layanan pemeriksaan dan pengujian berikut guna memverifikasi kesesuaian dengan dokumen kontrak.

- Periksa pekerjaan penakaran, pencampuran, dan pengiriman beton;
- Periksa pembuatan cetakan, persiapan pondasi, penulangan, bagian-bagian yang tertanam, pemasangan tulangan dan pengecoran, *finishing* dan perawatan beton;
- Ambil sampel beton di tempat pengecoran dan lokasi-lokasi lain sesuai petunjuk perencana/penanggung jawab struktur dan laksanakan pengujian-pengujian yang disyaratkan;
- Kaji laporan produsen untuk setiap pengiriman semen, baja tulangan, dan tendon prategang, serta laksanakan pengujian di laboratorium atau periksa di tempat penerimaan material untuk kesesuaian dengan spesifikasi; dan
- Layanan pengujian atau pemeriksaan lainnya sesuai yang disyaratkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

Lengkapi lembaga pengujian pemilik dengan permintaan dokumentasi dan akses untuk melakukan kegiatan pengujian dan pemeriksaan.

### 1.5.3.4 Layanan pengujian lain sesuai kebutuhan

Kontraktor harus membayar untuk layanan pengujian berikut, bila perlu, kepada lembaga pengujian pemilik:

- Pengujian dan pemeriksaan tambahan yang dibutuhkan akibat adanya perubahan material atau proporsi campuran yang diminta oleh kontraktor; dan
- Tambahan pengujian material atau beton yang gagal memenuhi persyaratan spesifikasi.

## 1.5.4 Pengujian pada beton keras di lokasi pekerjaan

### 1.5.4.1 Umum

Jika diperlukan, lembaga pengujian dari pemilik harus melakukan pengujian pada beton keras. Pengujian harus atas biaya dari kontraktor bila spesifikasi ini mensyaratkan pengujian tersebut untuk memverifikasi kekuatan beton pada struktur karena spesimen uji kekuatan yang disiapkan dan diuji sesuai dokumen kontrak gagal memenuhi kriteria penerimaan. Pemilik harus membayar biaya pengujian, jika pengujian dilakukan atas permintaan pemilik dan tidak disyaratkan oleh spesifikasi ini.



#### 1.5.4.2 Pengujian nondestruktif untuk keseragaman

Penggunaan palu beton sesuai dengan ASTM C805 atau metode kecepatan pulsa sesuai dengan ASTM C597 dapat diizinkan oleh perencana/penanggung jawab struktur untuk mengevaluasi keseragaman beton pada struktur atau untuk memilih daerah yang akan dilakukan pengambilan sampel beton inti. Metode ini tidak boleh digunakan untuk mengevaluasi kekuatan beton struktur.

#### 1.5.4.3 Pengujian beton inti

**1.5.4.3.a** Jika kekuatan beton diragukan atau bila disyaratkan oleh dokumen kontrak, beton inti harus diambil, dikondisikan kelembabannya, disiapkan dan diuji sesuai ASTM C42/C42M, kecuali disyaratkan lain.

Beton inti harus diuji tidak kurang dari 48 jam setelah pengeboran atau pembasahan terakhir dan selambat-lambatnya 7 hari setelah inti beton dibor dari struktur, kecuali disyaratkan lain.

**1.5.4.3.b** Dari setiap daerah beton pada struktur yang diperkirakan berpotensi mengalami penurunan kekuatan, harus diambil minimal tiga beton inti yang mewakili. Lokasi pengambilan beton inti ditentukan oleh perencana/penanggung jawab struktur untuk membatasi penurunan pada kekuatan struktur. Harus diambil beton inti pengganti, jika sebelum pengujian, beton inti terbukti mengalami kerusakan setelah atau selama pengambilan dari struktur.

**1.5.4.3.c** Kontraktor harus mengisi lubang bekas pengambilan beton inti dengan beton tanpa *slump* atau dengan mortar yang kekuatannya sama atau lebih besar dari beton aslinya. Kecuali disyaratkan lain, berikan perawatan lembab selama minimal 3 hari.

#### 1.5.5 Evaluasi uji kekuatan beton

##### 1.5.5.1 Kekuatan spesimen yang dicetak dan dirawat standar

Hasil uji dari silinder uji yang dicetak dan dirawat standar harus dievaluasi secara terpisah untuk setiap campuran beton yang disyaratkan. Evaluasi hanya sah jika pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Untuk evaluasi, setiap campuran yang disyaratkan harus diwakili oleh minimal lima uji kekuatan. Bila hasil uji kekuatan tidak memenuhi persyaratan 1.5.6.1, ambil langkah-langkah untuk meningkatkan rata-rata hasil uji kekuatan berikutnya. Serahkan dokumentasi tindakan untuk meningkatkan hasil uji kekuatan.

##### 1.5.5.2 Pengujian beton inti

Hasil uji beton inti harus dievaluasi oleh perencana/penanggung jawab struktur dan hanya sah jika pengujian dilakukan sesuai dengan prosedur yang disyaratkan. Jangan gunakan uji beton inti untuk menggantikan spesimen yang dirawat standar yang disyaratkan dalam 1.5.5.1 untuk penerimaan awal uji beton.

##### 1.5.5.3 Pengujian kekuatan in-situ

Hasil pengujian harus dievaluasi oleh perencana/penanggung jawab struktur dan hanya sah jika pengujian dilaksanakan menggunakan peralatan yang terkalibrasi sesuai prosedur standar yang diakui dengan suatu nilai korelasi antara hasil uji dengan kekuatan tekan beton yang telah ditetapkan dan disampaikan.



## 1.5.6 Penerimaan kekuatan beton

### 1.5.6.1 Spesimen uji kekuatan yang dicetak dan dirawat standar

Kekuatan beton dinilai memuaskan apabila kriteria 1.5.6.1.a dan 1.5.6.1.b dipenuhi.

**1.5.6.1.a** Setiap rata-rata tiga uji kekuatan berturut-turut sama atau melebihi kekuatan tekan yang disyaratkan  $f'_c$ .

**1.5.6.1.b** Tidak ada hasil uji kekuatan yang selisihnya lebih dari 3,5 MPa dibawah  $f'_c$  bila  $f'_c \leq 35$  MPa atau kurang, atau lebih dari 0,10  $f'_c$  bila  $f'_c$  lebih besar dari 35 MPa. Kriteria ini juga diterapkan pada pengujian kekuatan yang dipercepat kecuali jika ada basis penerimaan lain yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

### 1.5.6.2 Pengujian beton inti

Kekuatan beton di daerah yang diwakili hasil uji beton inti dinilai memadai bila kuat tekan rata-rata beton inti minimal 85% dari  $f'_c$ , dan jika tidak ada satu pun beton inti yang kurang dari 75% dari  $f'_c$ .

### 1.5.6.3 Pengujian in-situ

Pengujian in-situ tidak boleh digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk penerimaan atau penolakan beton, tetapi boleh digunakan, bila disyaratkan, untuk mengevaluasi beton di mana hasil uji kekuatan silinder yang dicetak dan dirawat standar gagal memenuhi kriteria dalam 1.5.6.1.b.

## 1.5.7 Penerimaan beton di lapangan

### 1.5.7.1 Kadar udara

Jika kadar udara yang diukur pada saat pengiriman lebih besar dari batas atas pada 4.2.2.7.b, uji kadar udara harus segera diulang pada sampel baru yang diambil dari unit pengiriman. Jika pengujian ulang gagal, beton dianggap telah gagal memenuhi persyaratan Spesifikasi ini. Jika kadar udara yang diukur kurang dari batas bawah pada 4.2.2.7.b, sesuai ASTM C94/C94M penyesuaian harus diperbolehkan, kecuali disyaratkan lain. Jika pengujian ulang pada campuran yang telah disesuaikan gagal, beton telah gagal memenuhi persyaratan spesifikasi ini.

### 1.5.7.2 Slump

Jika *slump* yang diukur pada saat pengiriman lebih besar dari yang disyaratkan dalam 4.2.2.2, uji *slump* harus segera diulang pada sampel baru yang diambil dari unit pengiriman. Jika pengujian ulang gagal, beton dianggap telah gagal memenuhi persyaratan spesifikasi ini. Jika *slump* yang diukur lebih kecil dari yang disyaratkan dalam 4.2.2.2, sesuai dengan ASTM C94/C94M penyesuaian harus diperbolehkan, kecuali disyaratkan lain. Jika pengujian ulang *slump* dari campuran yang telah disesuaikan gagal, beton dianggap telah gagal memenuhi persyaratan spesifikasi ini.



### 1.5.7.3 Temperatur

Jika temperatur beton yang diukur pada saat pengiriman tidak dalam batas-batas 4.2.2.6, atau seperti disyaratkan lain, pengujian ulang harus segera dilakukan di lokasi baru pada sampel. Jika pengujian ulang gagal, beton dianggap telah gagal memenuhi persyaratan spesifikasi ini.

## 1.6 Penerimaan struktur

### 1.6.1 Umum

Pekerjaan beton yang telah selesai harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku dalam standar ini dan dokumen kontrak.

**1.6.1.1** Pekerjaan beton yang gagal memenuhi satu atau lebih persyaratan dalam dokumen kontrak tetapi langsung diperbaiki sehingga memenuhi persyaratan harus diterima.

**1.6.1.2** Pekerjaan beton yang gagal memenuhi satu atau lebih persyaratan dalam dokumen kontrak dan tidak berhasil diperbaiki harus ditolak.

**1.6.1.3** Pekerjaan beton yang ditolak diperbaiki dengan pembongkaran dan penggantian atau dengan konstruksi perkuatan tambahan untuk memenuhi persyaratan proyek lainnya, sesuai petunjuk perencanaan/penanggung jawab struktur. Untuk membuat pekerjaan yang ditolak memenuhi persyaratan, gunakan metode perbaikan sesuai persyaratan yang berlaku untuk fungsi, durabilitas, toleransi dimensi dan penampilan seperti ditentukan oleh perencanaan/penanggung jawab struktur.

**1.6.1.4** Serahkan usulan metode perbaikan, material dan modifikasi yang diperlukan untuk memperbaiki pekerjaan beton agar memenuhi persyaratan dokumen kontrak.

**1.6.1.5** Kontraktor harus bertanggung jawab membawa pekerjaan beton sehingga memenuhi persyaratan dokumen kontrak.

### 1.6.2 Toleransi dimensi

**1.6.2.1** Toleransi konstruksi harus sesuai dengan ACI 117M, kecuali disyaratkan lain.

**1.6.2.2** Permukaan tercetak yang menghasilkan komponen struktur beton dengan dimensi lebih kecil dari yang diizinkan oleh toleransi ACI 117M dapat dianggap mengurangi kekuatan dan dikenai ketentuan 1.7.4.

**1.6.2.3** Permukaan tercetak yang menghasilkan komponen struktur beton dengan dimensi lebih besar dari yang diizinkan oleh ACI 117M harus ditolak. Material yang berlebihan harus dibongkar bila disyaratkan oleh perencanaan/penanggung jawab struktur.

**1.6.2.4** Permukaan beton yang tidak tercetak akurat yang melebihi toleransi ACI 117M harus ditolak.

**1.6.2.5** *Slab* yang diberi *finishing* melebihi toleransi pada 5.3.4.3 boleh dikoreksi asalkan *slab* tersebut bisa diperbaiki sehingga memenuhi 1.6.3, 1.6.4 dan 1.6.5.

**1.6.2.6** Komponen struktur beton yang dicor melebihi permukaan cetakan melampaui batasan 2.2.2.4 harus ditolak.



### 1.6.3 Penampilan

**1.6.3.1** Permukaan beton yang tidak memenuhi persyaratan 5.3.3 atau 5.3.4 harus diusahakan untuk memenuhi 1.6.1.

### 1.6.4 Kekuatan struktur

**1.6.4.1** Kriteria untuk menentukan kekuatan yang berpotensi mengalami penurunan – kekuatan dinilai berkurang dan pekerjaan beton harus ditolak bila pekerjaan gagal memenuhi persyaratan yang mengontrol kekuatan struktur termasuk, tetapi tidak terbatas pada, kondisi yang diberikan dalam 1.6.4.1.a sampai 1.6.4.1.f.

**1.6.4.1.a** Kegagalan kekuatan beton untuk memenuhi persyaratan 1.5.6.1.b.

**1.6.4.1.b** Ukuran baja tulangan, jumlah, kelas, posisi, atau pengaturan pada varians dengan persyaratan Pasal 3 atau dokumen kontrak lain.

**1.6.4.1.c** Elemen-elemen beton yang berbeda dari dimensi atau lokasi yang disyaratkan.

**1.6.4.1.d** Perawatan tidak dilakukan sesuai dengan dokumen kontrak.

**1.6.4.1.e** Perlindungan beton tidak memadai akibat temperatur ekstrim dan kondisi lingkungan yang buruk lainnya selama tahap awal pengerasan dan pengembangan kekuatan.

**1.6.4.1.f** Kerusakan mekanis, kebakaran konstruksi, atau pembongkaran dini cetakan yang mengakibatkan penurunan kekuatan.

#### 1.6.4.2 Tindakan yang diperlukan bila kekuatan berpotensi mengalami penurunan

Bila kekuatan struktur diperhitungkan berpotensi mengalami penurunan, tindakan-tindakan yang diberikan dalam 1.6.4.2.a sampai 1.6.4.2.e dapat disyaratkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**1.6.4.2.a** Analisis struktural atau pengujian tambahan, atau keduanya.

**1.6.4.2.b** Uji beton inti.

**1.6.4.2.c** Jika pengujian beton inti tidak meyakinkan atau tidak praktis atau jika analisis struktural tidak mengkonfirmasi keselamatan struktur, pengujian beban dapat disyaratkan.

**1.6.4.2.d** Penguatan dengan konstruksi tambahan atau penggantian pekerjaan beton yang menunjukkan defisiensi pada analisis struktur atau dengan hasil uji beban.

**1.6.4.2.e** Ajukan dokumen usulan perbaikan pekerjaan supaya defisiensi kekuatan pekerjaan beton dapat memenuhi dokumen kontrak.

### 1.6.5 Durabilitas

**1.6.5.1** Kriteria untuk menentukan defisiensi durabilitas yang potensial – durabilitas pekerjaan beton dapat diperkirakan mengalami penurunan bila gagal memenuhi persyaratan yang mengontrol durabilitas struktur, termasuk tetapi tidak terbatas pada kondisi yang diberikan dalam 1.6.5.1.a sampai 1.6.5.1.g.



**1.6.5.1.a** Kegagalan kekuatan memenuhi 1.5.6.1.b.

**1.6.5.1.b** Material untuk beton tidak memenuhi persyaratan 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4 dan dokumen kontrak.

**1.6.5.1.c** Beton yang tidak memenuhi persyaratan kadar gelembung udara dalam dokumen kontrak atau batas kadar udara pada Tabel 7.

**1.6.5.1.d** Perawatan yang tidak memenuhi dokumen kontrak.

**1.6.5.1.e** Kurangnya perlindungan permukaan beton dari kondisi lingkungan yang merugikan seperti yang disyaratkan 5.3.6.5.

**1.6.5.1.f** Temperatur internal beton usia dini atau gradien temperatur lebih besar dari yang diizinkan oleh Pasal 8 dan 13 dan oleh dokumen kontrak.

**1.6.5.1.g** Beton melebihi persyaratan kadar ion-klorida maksimum yang diizinkan dalam dokumen kontrak.

#### **1.6.5.2 Tindakan yang diperlukan bila durabilitas potensial mengalami penurunan**

Apabila durabilitas struktur diperhitungkan berpotensi mengalami penurunan, tindakan yang diberikan dalam 1.6.5.2.a sampai 1.6.5.2.e dapat disyaratkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**1.6.5.2.a** Ambil dan uji sampel konstituen material yang digunakan dalam beton.

**1.6.5.2.b** Ambil sampel beton dari struktur dengan pengeboran beton inti, penggergajian, atau cara lain yang dapat diterima.

**1.6.5.2.c** Evaluasi laboratorium pada beton dan material beton untuk menilai ketahanan beton terhadap pelapukan, serangan kimia, abrasi, atau kerusakan lainnya, dan untuk melindungi tulangan dan logam tertanam dari korosi.

**1.6.5.2.d** Perbaiki atau ganti beton yang ditolak karena defisiensi durabilitas sesuai petunjuk perencana/penanggung jawab struktur.

**1.6.5.2.e** Dokumentasikan pekerjaan perbaikan yang menghasilkan pekerjaan beton sesuai dokumen kontrak dan serahkan dokumentasi untuk penerimaan.

### **1.7 Proteksi pada beton in-situ**

#### **1.7.1 Pembebanan dan tumpuan beton**

Jangan izinkan beban konstruksi melebihi beban yang mampu didukung komponen struktur dengan aman tanpa kerusakan. Bila beban konstruksi diperkirakan melebihi kapasitas beban yang aman untuk didukung komponen struktur tersebut, berikan pendukung tambahan.

#### **1.7.2 Proteksi dari kerusakan mekanis**

Selama periode perawatan, proteksi beton dari kerusakan akibat gangguan mekanis, termasuk tegangan-tegangan akibat beban, kejutan dan vibrasi. Lindungi permukaan beton dari kerusakan akibat pelaksanaan konstruksi, peralatan, material, air mengalir, hujan, dan kondisi cuaca buruk lainnya.



## 2 Cetakan dan aksesoris cetakan

### 2.1 Umum

#### 2.1.1 Deskripsi

Pasal ini mencakup desain, konstruksi, dan perlakuan cetakan untuk menahan dan membentuk beton sesuai dimensi yang disyaratkan.

#### 2.1.2 Penyerahan

**2.1.2.1** Serah data yang ditentukan pada 2.1.2.1.a sampai 2.1.2.1.e, kecuali disyaratkan lain.

##### 2.1.2.1.a Material permukaan cetakan

Serahkan data material permukaan cetakan yang diusulkan jika berbeda dari yang disyaratkan dalam 2.2.1.1.

##### 2.1.2.1.b Join konstruksi dan join kontraksi

Ajukan lokasi dan detail join konstruksi dan join kontraksi jika berbeda dari yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

##### 2.1.2.1.c Pengujian untuk pembongkaran cetakan

Ajukan data untuk metode guna menentukan kekuatan beton untuk pembongkaran cetakan sesuai 2.3.4.2 bila diusulkan suatu metode selain dari silinder yang dirawat di lapangan.

##### 2.1.2.1.d Prosedur penyangga dan penyokong ulang

Sebelum menggunakan penyokong ulang atau penyangga yang disyaratkan atau diizinkan, ajukan prosedur, termasuk gambar yang ditandatangani dan dicap oleh insinyur desain berlisensi. Termasuk dalam gambar kerja prosedur pembongkaran cetakan dan besarnya beban konstruksi yang diizinkan selama digunakan penyangga atau penyokong ulang.

**2.1.2.1.e** Serahkan data untuk bahan pelepas cetakan atau pembatas cetakan yang diusulkan untuk digunakan dengan setiap permukaan tercetak.

**2.1.2.2** Bila disyaratkan dokumen kontrak, ajukan data yang disyaratkan dalam 2.1.2.2.a sampai 2.1.2.2.e.

**2.1.2.2.a** Ajukan gambar kerja untuk cetakan yang ditandatangani dan dicap oleh insinyur desain berlisensi seperti yang disyaratkan oleh pihak yang berwenang di mana pekerjaan akan dilakukan.

**2.1.2.2.b** Ajukan perhitungan desain untuk cetakan, penyokong, penyokong ulang dan penyangga, yang ditandatangani dan dicap oleh insinyur desain berlisensi seperti disyaratkan oleh pihak yang berwenang untuk pekerjaan akan dilakukan.

**2.1.2.2.c** Ajukan lembar data produsen pada pengikat cetakan.

**2.1.2.2.d** Ajukan lembar data produsen pada material join ekspansi.

**2.1.2.2.e** Ajukan lembar data produsen pada material *water-stop* dan sambungan.



## 2.2 Produk

### 2.2.1 Material

#### 2.2.1.1 Material permukaan cetakan

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, material permukaan cetakan yang kontak dengan beton harus kayu, kayu lapis, *hardboard* temper kelas cetakan beton, metal, plastik, atau kertas yang mencetak penampilan dan tekstur tertentu pada permukaan beton.

#### 2.2.1.2 Aksesoris cetakan

Gunakan aksesoris yang diproduksi secara komersial dan aksesoris cetakan rekayasa, termasuk pengikat dan penggantung. Bila ditunjukkan dalam dokumen kontrak, gunakan pengikat cetakan pada dinding dengan pelat penghalang air integral atau penghalang air positif lain yang bisa diterima. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan untuk pengikat besi, jarak pengikat *break-back* untuk *finishing* permukaan 2,0 atau *finishing* permukaan 3,0 harus minimal 20 mm.

#### 2.2.1.3 Bahan pelepas cetakan

Gunakan bahan pelepas cetakan yang diproduksi secara komersial yang mereduksi serapan lembap oleh cetakan, mencegah lekatan dengan beton dan tidak menodai permukaan beton ekspos.

#### 2.2.1.4 Pengisi join ekspansi

Pengisi join ekspansi sebelum pencetakan harus sesuai ASTM D994, D1751, atau D1752.

#### 2.2.1.5 Bagian-bagian tertanam lainnya

Gunakan *waterstop*, selongsong, sisipan, angkur, dan bagian tertanam lainnya dari material dan desain yang ditunjuk dalam dokumen kontrak. Material *waterstop* harus memenuhi persyaratan CRD C513 untuk *waterstop* karet, atau CRD C572 untuk *waterstop* polyvinyl chloride (PVC). Gunakan simpai sudut buatan pabrik sebelum pencetakan.

#### 2.2.1.6 Material *chamfer*

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, gunakan material kayu 20 mm x 20 mm.

### 2.2.2 Persyaratan kinerja dan persyaratan desain

**2.2.2.1** Kontraktor bertanggung jawab untuk desain dan rekayasa cetakan. Bila disyaratkan oleh dokumen kontrak, perhitungan desain untuk cetakan dan gambar cetakan harus ditandatangani dan dicap oleh seorang insinyur desain berlisensi seperti yang disyaratkan oleh pemerintah atau pihak yang berwenang untuk pekerjaan akan dilakukan.

**2.2.2.2** Desain cetakan, penyangga, penyangga ulang dan penyokong untuk mendukung beban-beban yang dilimpahkan ke mereka dan untuk memenuhi persyaratan peraturan bangunan gedung yang berlaku. Desain cetakan untuk menahan tekanan akibat pengecoran dan vibrasi beton serta dapat mempertahankan toleransi yang disyaratkan.

**2.2.2.3** Kecuali disyaratkan atau diizinkan, jangan gunakan galian tanah sebagai cetakan permukaan vertikal atau miring.



**2.2.2.4** Kecuali disyaratkan lain, lendutan maksimum untuk permukaan cetakan yang ditunjukkan dari permukaan beton ekspos untuk tampilan adalah sebesar 1/240 bentang antara komponen struktural cetakan. Untuk beton arsitektural, lihat 6.2.2.1.a.

#### **2.2.2.5 Join konstruksi, ekspansi dan kontraksi**

**2.2.2.5.a** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, tempatkan dan detail join konstruksi mengikuti persyaratan berikut:

- Tempatkan join konstruksi pada sepertiga bentang di tengah *slab*, balok dan gelagar. Bila balok memotong gelagar pada daerah ini, offset join dalam gelagar sejarak sama atau lebih besar dari dua kali lebar balok;
- Tempatkan join dalam dinding dan kolom pada bagian bawah *slab*, balok, atau gelagar dan pada bagian atas dari pondasi telapak atau *slab*; dan
- Buat join tegak lurus terhadap tulangan utama.

**2.2.2.5.b** Siapkan jalur pengunci sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Kecuali disyaratkan lain, jalur pengunci longitudinal ditunjukkan dalam dokumen kontrak harus sedalam minimum 40 mm pada join dinding dan antara dinding dan *slab* atau pondasi telapak.

**2.2.2.5.c** Siapkan join konstruksi, ekspansi, dan kontraksi bila ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Detail dan lokasi join konstruksi, ekspansi dan kontraksi yang berbeda dari yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak harus diajukan untuk penerimaan.

**2.2.2.5.d** Desain cetakan untuk mengakomodasi material *waterstop*. Tempatkan *waterstop* pada join konstruksi jika ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Gunakan *waterstop* dengan panjang praktis maksimum untuk memperoleh jumlah sambungan minimum.

**2.2.2.6** Sediakan material permukaan cetakan untuk menghasilkan penampilan dan tekstur yang disyaratkan.

**2.2.2.7** Desain bukaan sementara bila diperlukan pada dasar cetakan vertikal untuk memudahkan pembersihan dan pemeriksaan pada join konstruksi dan sepanjang cetakan.

#### **2.2.3 Pabrikasi dan pembuatan**

**2.2.3.1** Pabrikasi join bekisting menjadi kedap untuk mencegah kehilangan mortar dari beton.

**2.2.3.2** Kecuali disyaratkan lain, tempatkan strip talang di sudut-sudut bekisting untuk menghasilkan tepi miring pada permukaan ekspos yang permanen. Kecuali disyaratkan lain, jangan miringkan sudut-sudut atau tepi-tepi join beton.

**2.2.3.3** Gunakan pengikat bekisting buatan pabrik yang didesain bisa dilepas sehingga pengencang ujung-ujung atau pengencang ujung dapat dilepas tanpa merusak beton. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan untuk menggunakan pengikat besi, jarak pengikat *breakback* untuk *finishing* permukaan 2,0 atau *finishing* permukaan 3,0 harus minimal 20 mm.



## 2.3 Pelaksanaan

### 2.3.1 Konstruksi dan pemasangan bekisting

**2.3.1.1** Bekisting harus rapat untuk mencegah kehilangan mortar dari beton.

**2.3.1.2** Kecuali disyaratkan lain, tempatkan strip *chamfer* minimum 20 mm di sudut-sudut bekisting untuk menghasilkan tepi-tepi miring pada permukaan terekspos secara permanen. Kecuali disyaratkan lain, jangan miringkan sudut-sudut *reentrant* atau tepi-tepi join yang dicor dari beton.

**2.3.1.3** Periksa bekisting dan segera buang material yang rusak sebelum beton dicorkan.

**2.3.1.4** Pada join konstruksi ekspos untuk terlihat, lapiskan material permukaan cetakan di atas beton atau yang dicor sebelumnya. Pastikan bekisting ditempatkan menghadap beton yang telah mengeras sehingga offset pada join konstruksi mencapai toleransi yang disyaratkan dan meminimalkan kehilangan mortar.

**2.3.1.5** Kecuali disyaratkan lain, konstruksikan bekisting sehingga permukaan beton sesuai dengan toleransi dalam ACI 117M. Kecuali disyaratkan lain, kelas permukaan untuk offset antara pasangan material lapisan bekisting harus Kelas B untuk permukaan ekspos yang permanen terlihat dan Kelas D untuk permukaan yang akan disembunyikan secara permanen, asalkan penutup beton dan penampang melintang dalam toleransi.

**2.3.1.6** Siapkan sarana untuk penyesuaian (seperti baji atau dongkrak) dari penopang dan *struts*/penunjang miring. Jangan membuat penyesuaian dalam bekisting setelah beton telah mencapai setting awal. Perkaku bekisting agar aman terhadap lendutan lateral dan ketidakstabilan lateral.

**2.3.1.7** Untuk menjaga toleransi elevasi yang disyaratkan, *camber* (lengkungan) bekisting untuk mengimbangi lendutan dalam bekisting yang diantisipasi selama pengecoran beton. Bila bekisting melengkung, atur pelapis (*screed*) *camber* (lengkungan) yang sama untuk mempertahankan ketebalan beton yang ditetapkan. Set bekisting dan buat jalur pelapis (*screed*) di tengah *slab* secara akurat untuk menghasilkan elevasi yang ditetapkan dan kontur permukaan jadi sebelum pembongkaran bekisting. Pastikan bahwa bentuk tepi dan jalur pelapis (*screed*) cukup kuat untuk menahan getaran pelapis atau pelapis (*screed*) pipa roller bila disyaratkan *finishing* menggunakan peralatan tersebut.

**2.3.1.8** Kencangkan baji bekisting di tempat setelah penyetelan akhir bekisting dan sebelum pengecoran beton.

**2.3.1.9** Siapkan penjangkaran dan pengaku untuk mengontrol pergerakan ke atas dan pergerakan lateral sistem bekisting.

**2.3.1.10** Konstruksikan bekisting untuk bukaan dinding guna memfasilitasi pembongkaran dan untuk melawan pemuaian bekisting kayu.

**2.3.1.11** Siapkan landasan untuk memindahkan peralatan dan tumpu landasan langsung pada bekisting atau komponen struktural tanpa bertumpu pada penulangan.

**2.3.1.12** Tempatkan selongsong, sisipan, angkur, atau item-item tertanam yang diperlukan untuk menyatukan atau mendukung pekerjaan yang disatukan sebelum pengecoran beton.



**2.3.1.13** Posisikan dan tumpu material join ekspansi, *waterstop*, dan barang-barang tertanam lainnya untuk mencegah perpindahan. Isi rongga-rongga dalam selongsong, sisipan dan slot angkur sementara dengan material yang dapat dilepas untuk mencegah masuknya beton ke ruang-ruang kosong.

**2.3.1.14** Bersihkan permukaan bekisting dan material tertanam dari mortar, grout, dan material asing sebelum pengecoran beton.

**2.3.1.15** Tutup permukaan bekisting dengan bahan yang dapat diterima untuk mencegah lekatan dengan beton. Bahan untuk melepas bekisting yang dipasang di pabrik dapat digunakan. Jika digunakan bahan pelepas bekisting, pasang ke permukaan bekisting sesuai dengan rekomendasi pabrik sebelum memasang penulangan. Jangan biarkan bahan pelepas bekisting tergenang pada cetakan. Jangan biarkan bahan pelepas bekisting menyentuh penulangan atau beton keras terhadap mana beton segar akan dicor.

**2.3.1.16** Aplikasikan material permukaan bekisting untuk memproduksi penampilan dan tekstur yang disyaratkan. Ganti material permukaan bekisting yang akan mengganggu penampilan dan tekstur yang disyaratkan permukaan beton.

**2.3.1.17** Pasang bekisting untuk mengakomodasi material *waterstop*. Tempatkan *waterstop* pada join-join sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Gunakan *waterstop* dengan panjang praktis maksimum. Sambung *waterstop* sesuai dengan instruksi tertulis pabrik. Pasang sudut-sudut *premolded* produksi pabrik.

## 2.3.2 Pembongkaran bekisting

**2.3.2.1** Bila permukaan yang dibentuk vertikal memerlukan *finishing*, pindahkan bekisting sesegera mungkin setelah pembongkaran tidak akan merusak beton.

**2.3.2.2** Pemindahan bekisting atas pada permukaan miring beton segera setelah dilepaskan tidak menyebabkan beton merosot. Lakukan perbaikan atau perawatan yang diperlukan sekaligus dan segera ikuti dengan perawatan yang disyaratkan.

**2.3.2.3** Kendurkan bekisting kayu untuk bukaan dinding segera setelah operasi pelonggaran tidak akan merusak beton.

**2.3.2.4** Jangan merusak beton selama melepaskan bekisting vertikal untuk kolom, dinding, dan sisi-sisi balok. Lakukan perbaikan dan perlakuan yang diperlukan pada permukaan vertikal hari itu juga dan ikuti segera dengan perawatan yang disyaratkan.

**2.3.2.5** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, tinggalkan bekisting dan penopang di tempat untuk mendukung beban konstruksi dan berat beton pada balok, *slab*, dan komponen struktural lainnya sampai kekuatan beton setempat ditentukan sesuai dengan 2.3.4 adalah minimal  $f'_c$ . Kecuali disyaratkan lain, ketika penopang dan tumpuan lainnya diatur untuk memungkinkan pembongkaran material permukaan bekisting tanpa membiarkan *slab* struktural atau komponen struktural untuk berdefleksi, material permukaan cetakan dan komponen horizontal pendukungnya dapat dibongkar pada usia lebih dini.

**2.3.2.6** Setelah pengencang ujung-ujung atau pengencang ujung dari pengikat cetakan dibongkar, perbaiki lubang-lubang bekas pengikat sesuai 5.3.7.2.

## 2.3.3 Reshoring dan backshoring

**2.3.3.1** Permohonan untuk operasi *reshoring* dan *backshoring* harus memenuhi 2.1.2.1.d dan 2.1.2.2.b.



**2.3.3.2** Selama *reshoring* dan *backshoring*, jangan biarkan beton pada balok, *slab*, kolom, atau komponen struktural untuk dibebani dengan kombinasi beban mati dan beban konstruksi yang melebihi dari beban yang diizinkan oleh perencana/penanggung jawab struktur sesuai kekuatan tekan beton pada saat dilakukan *reshoring* dan *backshoring*.

**2.3.3.3** Tempatkan *reshores* dan *backshores* secara berurutan dengan operasi *stripping*.

**2.3.3.4** Kencangkan *reshores* atau *backshores* untuk menahan beban yang disyaratkan tanpa menimbulkan tegangan yang berlebihan pada komponen struktur. Tinggalkan *reshores* atau *backshores* di tempat sampai pengujian yang dibutuhkan oleh 2.3.4 menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton telah mencapai nilai minimum yang telah disyaratkan dalam 2.3.2.5.

**2.3.3.5** Untuk lantai pendukung *shores* di bawah beton yang baru dicor, tinggalkan *shores* pendukung asli di tempat, atau pasang *reshores* atau *backshore*. Penopang sistem dan *slab* pendukung harus menahan beban yang telah diperhitungkan. Tempatkan *reshore* dan *backshores* langsung di bawah posisi sebuah penyangga atau seperti ditunjukkan pada gambar kerja bekisting.

**2.3.3.6** Pada bangunan gedung bertingkat banyak, tempatkan penyokong ulang atau *backshoring* pada lebih dari jumlah tingkat yang dibutuhkan untuk mendistribusikan berat beton yang baru dicor, cetakan, dan beban hidup konstruksi sehingga tidak melampaui beban desain untuk lantai pendukung *shore*, *reshore*, atau *backshores*.

#### **2.3.4 Kekuatan beton yang diperlukan untuk pembongkaran bekisting**

**2.3.4.1** Bila pembongkaran bekisting, penyokong ulang, atau *backshoring* didasarkan pada beton telah mencapai kekuatan tekan yang disyaratkan, yang dirawat di lapangan sama dengan beton yang diwakili, telah mencapai kekuatan tekan yang disyaratkan. Cetakan silinder sesuai dengan SNI 4810:2013, dan rawat dengan kondisi yang sama dengan kelembaban dan temperatur yang digunakan untuk beton yang diwakili. Uji silinder sesuai dengan ASTM C39.

**2.3.4.2** Sebagai alternatif, apabila disyaratkan atau diizinkan, gunakan satu atau lebih dari metode yang tercantum dalam 2.3.4.2.a sampai 2.3.4.2.d untuk mengevaluasi kekuatan beton untuk pembongkaran bekisting. Sebelum menggunakan metode dalam 2.3.4.2.b sampai 2.3.4.2.d, kirimkan data menggunakan material proyek untuk menunjukkan korelasi hasil uji di lapangan dengan kekuatan tekan silinder yang dirawat di laboratorium atau beton inti. Kirimkan data korelasi untuk metode alternatif yang diusulkan untuk penentuan kekuatan kepada perencana/penanggung jawab struktur.

**2.3.4.2.a** Pengujian silinder yang dicor di tempat sesuai dengan ASTM C873/C873M. Ini dibatasi untuk *slab* dengan ketebalan beton dari 125 mm sampai dengan 300 mm.

**2.3.4.2.b** Ketahanan penetrasi sesuai dengan ASTM C803/C803M.

**2.3.4.2.c** Kekuatan cabut sesuai dengan ASTM C900.

**2.3.4.2.d** Metode maturitas sesuai dengan ASTM C1074/C1074M.

#### **2.3.5 Kontrol kualitas di lapangan**

**2.3.5.1** Buat dan pelihara kontrol survey dan *benchmark* dalam kondisi tidak terganggu sampai penyelesaian akhir dan penerimaan proyek.



**2.3.5.2** Sebelum beton dicorkan, periksa bekisting untuk kesesuaian dengan dokumen kontrak dan kemudian jadwalkan pemeriksaan jaminan kualitas pemilik, jika disyaratkan.

### **3 Penulangan dan penumpu tulangan**

#### **3.1 Umum**

Pasal ini meliputi material, fabrikasi, pemasangan dan toleransi tulangan baja, dan penumpu tulangan.

##### **3.1.1 Penyerahan**

**3.1.1.1** Serahkan data dan gambar yang disyaratkan dalam 3.1.1.1.a sampai 3.1.1.1.g sebelum fabrikasi dan pelaksanaan, kecuali disyaratkan lain.

###### **3.1.1.1.a Tulangan**

Serahkan laporan uji tulangan bersertifikat produsen.

###### **3.1.1.1.b Gambar pemasangan**

Serahkan gambar penempatan yang menunjukkan dimensi fabrikasi dan lokasi pemasangan tulangan dan tumpuan-tumpuan tulangan.

###### **3.1.1.1.c Sambungan**

Serahkan daftar sambungan dan permintaan untuk menggunakan sambungan yang tidak ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

###### **3.1.1.1.d Sambungan mekanis**

Ajukan permintaan untuk menggunakan sambungan mekanis yang tidak ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

###### **3.1.1.1.e Dowel kolom**

Ajukan permintaan untuk memasang dowel kolom tanpa menggunakan *template*.

###### **3.1.1.1.f Pembengkokan di lapangan**

Ajukan permintaan dan prosedur untuk membengkokkan tulangan di lapangan atau meluruskan tulangan yang sebagian tertanam dalam beton.

###### **3.1.1.1.g Sertifikasi**

Serahkan *copy* sertifikasi dari lembaga yang berwenang yang masih berlaku.

**3.1.1.2** Serahkan data yang disyaratkan dalam 3.1.1.2.a dan 3.1.1.2.b sebelum fabrikasi dan pelaksanaan, kecuali disyaratkan lain.



### 3.1.1.2.a Pengelasan

Serahkan deskripsi lokasi-lokasi tulangan yang dilas, spesifikasi prosedur pengelasan dan sertifikasi AWS tukang las bila pengelasan diperbolehkan sesuai dengan 3.2.2.2.

### 3.1.1.2.b Tumpuan-tumpuan

Jika diperlukan tulangan yang dilapisi, kirimkan deskripsi dari tumpuan-tumpuan tulangan dan material untuk mengencangkan tulangan yang dilapisi jika tidak dijelaskan dalam 3.3.2.4.

**3.1.1.3** Kecuali disyaratkan lain, kirimkan data yang disyaratkan dalam 3.1.1.3.a sampai 3.1.1.3.b sebelum fabrikasi dan pelaksanaan apabila diusulkan alternatif.

### 3.1.1.3.a Relokasi tulangan

Ajukan permintaan untuk merelokasi tulangan yang melebihi toleransi penempatan yang ditetapkan.

**3.1.1.3.b** Ajukan pemeriksaan dan program pengendalian kualitas dari program pemberian lapisan epoksi di pabrik jika pabrik yang diusulkan tidak bersertifikat sesuai Program Sertifikasi CRSI.

## 3.1.2 Penyimpanan dan penanganan material

**3.1.2.1** Cegah bengkokan dan lindungi permukaan tulangan dari kontak dengan tanah, minyak, atau material lain yang menurunkan lekatan dengan beton.

**3.1.2.2** Dalam menangani tulangan yang dilapisi, gunakan peralatan dengan area kontak yang diberi ganjal untuk menghindari kerusakan lapisan. Angkat bundel tulangan yang dilapisi pada beberapa titik pengangkatan untuk mencegah gesekan antar tulangan dari lendutan yang timbul pada bundel tulangan. Jangan menjatuhkan atau menarik tulangan yang dilapisi. Simpan tulangan yang dilapisi pada tempat yang tidak akan merusak lapisan.

## 3.2 Produk

### 3.2.1 Material

#### 3.2.1.1 Batang tulangan

Batang tulangan harus ulir, kecuali spiral, dowel penyalur beban dan kawat tulangan dilas, yang boleh polos, batang tulangan harus dibedakan menurut mutu, tipe dan ukuran yang disyaratkan oleh dokumen kontrak dan harus sesuai dengan salah satu dari berikut:

ASTM A615/A615M;  
ASTM A706/A706M;  
ASTM A970/A970M;  
ASTM A996/A996M, batang rel baja harus Tipe R; atau  
ASTM A1035/A1035M.



### 3.2.1.2 Baja tulangan yang dilapisi

Gunakan batang tulangan yang dilapisi seng atau epoksi bila disyaratkan dalam dokumen kontrak.

**3.2.1.2.a** Batang tulangan yang dilapisi seng (digalvanis) harus sesuai dengan ASTM A767/A767M. Kerusakan lapisan yang terjadi selama pengiriman, penanganan, dan pemasangan tulangan berlapis seng (digalvanis) harus diperbaiki sesuai dengan ASTM A780. Luas kerusakan maksimum tidak boleh melebihi 2% dari luas permukaan di setiap 300 mm dari setiap batang tulangan atau batang tulangan tidak boleh digunakan. Batas 2% pada maksimum yang diizinkan dari area lapisan yang rusak harus termasuk area rusak yang telah diperbaiki sebelum pengiriman seperti yang disyaratkan oleh ASTM A767/A767M.

**3.2.1.2.b** Batang tulangan yang dilapisi epoksi harus sesuai dengan ASTM A775/A775M atau ASTM A934/A934M sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

Pelapisan harus dilaksanakan di pabrik yang tersertifikasi sesuai dengan program sertifikasi CRSI atau program ekivalen yang dapat diterima perencana/penanggung jawab struktur.

Kerusakan lapisan yang terjadi selama pengiriman, penyimpanan, penanganan dan pemasangan tulangan berlapis epoksi harus diperbaiki. Perbaikan kerusakan daerah-daerah yang dilapisi dengan bahan tambalan sesuai dengan ASTM A775/A775M atau ASTM A934/A934M yang dapat dilaksanakan dan sesuai dengan rekomendasi tertulis produsen material. Luas maksimum perbaikan daerah yang rusak tidak boleh melebihi 2 persen dari luas permukaan untuk setiap 300 mm dari setiap batang tulangan atau batang tulangan tidak boleh digunakan. Batas 2% untuk maksimum area lapisan yang rusak harus mencakup area yang rusak sebelum pengiriman dan telah diperbaiki sesuai yang disyaratkan oleh ASTM A775/A775M atau ASTM A934/A934M. Warna lapisan yang memudar tidak boleh menjadi alasan penolakan dari tulangan yang dilapisi epoksi.

### 3.2.1.3 Batang tulangan baja tahan karat

Batang tulangan baja tahan karat harus sesuai dengan ASTM A955/A955M.

### 3.2.1.4 Anyaman tulangan

Bila disyaratkan, gunakan anyaman tulangan sesuai dengan ASTM A184/A184M. Bila mengelas tulangan, harus sesuai dengan persyaratan dalam 3.2.2.2. Apabila disyaratkan anyaman tulangan yang dilapisi, perbaiki kerusakan lapisan sesuai dengan 3.2.2.2.b.

### 3.2.1.5 Batang tulangan berkepala

Kecuali disyaratkan lain, batang tulangan berkepala harus sesuai dengan ASTM A979/A970M.

### 3.2.1.6 Kawat

Gunakan kawat polos atau kawat berulir sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Kawat polos dapat digunakan untuk spiral.

**3.2.1.6.a** Kawat polos harus memenuhi ASTM A82/A82M.

**3.2.1.6.b** Kawat ulir ukuran MD25 dan lebih besar harus sesuai dengan ASTM A496/A496M.



**3.2.1.2.c** Kawat dilapisi epoksi harus sesuai dengan ASTM A884/A884M. Kerusakan lapisan yang terjadi selama pengiriman, penyimpanan, penanganan, dan pemasangan kawat yang dilapisi epoksi harus diperbaiki. Perbaiki kerusakan daerah yang dilapisi dengan material tambalan sesuai dengan rekomendasi tertulis produsen material. Luas maksimum kerusakan tidak boleh melebihi 2% dari luas permukaan untuk setiap 300 mm dari setiap kawat atau kawat tersebut tidak boleh digunakan.

Batas 2% untuk maksimum daerah lapisan yang rusak harus meliputi kawasan yang telah rusak sebelum pengiriman dan telah diperbaiki sesuai yang disyaratkan oleh ASTM A884/A884M.

**3.2.1.6.d** Kawat baja tahan karat harus sesuai dengan ASTM A1022/A1022M.

**3.2.1.6.e** Untuk kawat dengan  $f_y$  yang melebihi 420 MPa,  $f_y$  harus sesuai dengan regangan 0,35%.

### **3.2.1.7 Tulangan kawat dilas**

Penggunaan tulangan kawat dilas yang disyaratkan dalam dokumen kontrak dan sesuai dengan salah satu spesifikasi yang diberikan dalam 3.2.1.7.a sampai 3.2.1.7.e.

**3.2.1.7.a** Tulangan kawat polos dilas harus sesuai ASTM A185/A185M, dengan persimpangan dilas berjarak tidak lebih besar dari 300 mm terpisah dalam arah tulangan utama.

**3.2.1.7.b** Penulangan kawat ulir dilas harus sesuai ASTM A497/A497M, dengan persimpangan dilas berjarak tidak lebih besar dari 400 mm terpisah dalam arah tulangan utama.

### **3.2.1.7.c Tulangan kawat dilas dilapis epoksi**

Tulangan kawat dilas dilapis epoksi harus sesuai dengan ASTM A884/A884M. Kerusakan pelapis yang terjadi selama pengiriman, penyimpanan, penanganan, dan pemasangan kawat dilas dilapis epoksi harus diperbaiki sesuai dengan ASTM A884/A884M. Perbaiki kerusakan daerah yang dilapis harus dengan material penambal sesuai dengan rekomendasi tertulis produsen material. Luas maksimum yang rusak tidak boleh melebihi 2 % dari luas permukaan di setiap 300 mm dari setiap kawat atau tulangan kawat dilas tidak boleh digunakan. Batas 2 % untuk maksimum daerah lapisan yang rusak harus meliputi kawasan rusak yang diperbaiki sebelum pengiriman sesuai yang disyaratkan oleh ASTM A884/A884M.

**3.2.1.7.d** Penulangan kawat baja tahan karat dilas harus sesuai ASTM A1022/A1022M.

**3.2.1.7.e** Untuk penulangan kawat dilas dengan  $f_y$  yang melebihi 420 MPa,  $f_y$  harus sesuai dengan regangan 0,35 %.

### **3.2.1.8 Penulangan *stud* geser berkepala**

*Stud* berkepala dan rakitan *stud* berkepala harus sesuai dengan ASTM A1044/A1044M.



### 3.2.1.9 Penulangan serat baja

Apabila disyaratkan, penulangan serat baja harus deform dan sesuai dengan ASTM A820/A820M. Rasio panjang-diameter serat harus antara 50 dan 100.

### 3.2.1.10 Penumpu tulangan

Sediakan tipe penumpu tulangan yang ditunjukkan dalam struktur sesuai yang disyaratkan oleh dokumen kontrak. Kecuali jika diizinkan, penumpu tulangan harus dari tipe yang ditunjukkan dalam 3.2.1.10.a sampai 3.2.1.10.d sesuai yang disyaratkan. Penumpu tulangan harus mengamankan dan mendukung tulangan dalam toleransi yang disyaratkan.

**3.2.1.10.a** Tumpuan penulangan kawat.

**3.2.1.10.b** Tumpuan penulangan kawat yang dilapisi termasuk epoksi, polimer dan lapisan galvanis.

**3.2.1.10.c** Tumpuan penulangan beton pracetak.

**3.2.1.10.d** Tumpuan penulangan dari plastik.

### 3.2.1.11 Tumpuan penulangan kawat dilapisi

**3.2.1.11.a** Apabila disyaratkan, gunakan tumpuan penulangan kawat yang dilapisi dengan epoksi atau polimer lain pada jarak minimal 50 mm dari titik kontak dengan penulangan yang dilapisi epoksi.

**3.2.1.11.b** Apabila disyaratkan, gunakan tumpuan penulangan kawat yang digalvanis atau tumpuan penulangan kawat yang dilapis dengan epoksi atau polimer lain.

### 3.2.1.12 Tumpuan tulangan beton pracetak

Bila diizinkan, gunakan tumpuan beton pracetak yang memiliki luas permukaan tidak kurang dari 2 500 mm<sup>2</sup> dan memiliki kekuatan tekan sama atau lebih besar dari kekuatan tekan beton yang disyaratkan dicorkan.

## 3.2.2 Pabrikasi

### 3.2.2.1 Pembengkokan

Tulangan dibengkokkan dalam kondisi dingin kecuali jika pemanasan diizinkan. Pabrikasi penulangan sesuai dengan toleransi fabrikasi ACI 117M.

### 3.2.2.2 Pengelasan

**3.2.2.2.a** Apabila pengelasan tulangan disyaratkan atau diizinkan, harus sesuai dengan persyaratan AWS D1.4/D1.4M. Jangan mengelas batang tulangan yang bersilangan (*tack welding*) untuk merakit tulangan, tumpuan, atau item-item tertanam.

**3.2.2.2.b** Setelah menyelesaikan pengelasan pada batang-batang tulangan yang dilapis seng (digalvanis) atau dilapis epoksi, perbaiki lapisan yang rusak sesuai dengan persyaratan dalam 3.2.1.2.a atau 3.2.1.2.b. Lapisan las dan perangkat sambungan mekanis yang digunakan untuk menyambung tulangan dengan material yang sama yang digunakan untuk memperbaiki lapisan yang rusak.



### 3.3 Pelaksanaan

#### 3.3.1 Persiapan

**3.3.1.1** Ketika beton dicor, tulangan harus bebas dari material-material yang dapat merusak lekatan. Tulangan yang berkarat, cacat dari pabrik, atau kombinasi keduanya akan dianggap memenuhi syarat, asalkan dimensi nominal minimum, berat nominal, dan tinggi rata-rata minimum dari deformasi pada spesimen uji yang disikat kawat secara manual tidak kurang dari persyaratan spesifikasi ASTM yang berlaku.

#### 3.3.2 Pemasangan

##### 3.3.2.1 Toleransi

Pasang, tumpu dan kencangkan penulangan sesuai yang ditunjukkan dalam Dokumen Kontrak. Sebelum pengecoran beton, jangan melebihi toleransi yang disyaratkan dalam ACI 117M.

##### 3.3.2.2 Relokasi penulangan

Apabila diperlukan untuk memindahkan tulangan yang melampaui toleransi penempatan yang disyaratkan untuk menghindari gangguan tulangan lain, saluran atau item-item tertanam, ajukan hasil pengaturan tulangan untuk penerimaan. Pengecoran beton di area tulangan yang direlokasi harus dilarang sebelum menerima penerimaan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

##### 3.3.2.3 Selimut beton

Kecuali disyaratkan lain, selimut beton untuk tulangan harus sesuai dengan Tabel 1. Toleransi selimut beton harus sesuai dengan ACI 117M. Posisikan ujung-ujung kawat pengikat jauh dari permukaan beton terekspos.



Tabel 1 - Selimut beton untuk tulangan

		Selimut beton, mm
<b>Beton cor di tempat (nonprategang)</b>		
a.	<b>Beton dicor pada dan kontak permanen dengan tanah</b>	75
b.	<b>Beton kontak dengan tanah atau terekspos cuaca:</b>	
	Tulangan No. 19 sampai No. 57	50
	Tulangan No. 16, kawat MW200 atau MD200, dan lebih kecil	40
c.	<b>Beton non-ekspos dengan cuaca atau kontak dengan tanah:</b>	
	Slab, dinding, balok anak/ <i>joist</i> :	
	Tulangan No.43 dan No. 57	40
	Tulangan No. 36 dan lebih kecil	20
	Balok, kolom:	
	Tulangan utama, pengikat, sengkang, spiral	40
	Cangkang, komponen struktur pelat lipat:	
	Tulangan No. 19 dan lebih besar	20
	Tulangan No. 16, kawat MW200 atau MD200, dan lebih kecil	13
<b>Beton cor di tempat (prategang)</b>		
Selimut beton untuk tulangan prategang dan non-prategang, <i>duct</i> , dan <i>fitting</i> ujung.		
d.	<b>Beton dicor pada dan kontak permanen dengan tanah</b>	75
e.	<b>Beton kontak dengan tanah atau terekspos cuaca:</b>	
	Panel dinding, <i>slab</i> , <i>joist</i>	25
	Komponen-komponen struktur lain	40
f.	<b>Beton non-ekspos terhadap cuaca atau kontak dengan tanah:</b>	
	Slab, dinding, <i>joist</i>	20
	Balok, kolom:	
	Tulangan utama	40
	Pengikat, sengkang, spiral	25
	Cangkang, komponen pelat lipat:	
	Tulangan No. 16, kawat MW200 atau MD200, dan lebih kecil	10
	Tulangan lain	Diameter tulangan nominal tetapi tidak kecil dari 20
<b>Beton pracetak (diproduksi di pabrik yang kondisinya terkontrol)</b>		
Selimut beton untuk tulangan prategang dan nonprategang, saluran, dan fitting ujung		
g.	<b>Beton yang kontak dengan tanah atau terekspos cuaca:</b>	
	Panel dinding:	
	Tulangan No. 43 dan No. 57, tendon prategang lebih besar dari diameter 40 mm	40
	Tulangan No. 36 dan lebih kecil, tendon prategang diameter 40 mm dan lebih kecil, kawat MW200 dan MD200 dan lebih kecil	20
	Komponen struktur lain:	
	Tulangan No. 43 dan No. 57, tendon prategang diameter lebih besar dari 40 mm	50
	Tulangan No. 19 sampai No. 36, tendon prategang diameter lebih besar dari 16 mm sampai 40 mm	40
	Tulangan No.16 dan lebih kecil, tendon prategang diameter 16 mm dan lebih kecil, kawat MW200 dan MD200, dan lebih kecil	30
h.	<b>Beton tidak terekspos terhadap cuaca atau kontak dengan tanah:</b>	
	Slab, dinding, <i>joist</i> :	
	Tulangan No. 43 dan No. 57, tendon prategang diameter lebih besar dari 40 mm	30
	Tendon prategang diameter 40 mm dan lebih kecil	20
	Tulangan No. 36 dan lebih kecil, kawat MW200 atau MD200 dan lebih kecil	16
	Balok, kolom:	
	Tulangan utama	Diameter nominal tulangan tetapi tidak kecil dari 16 dan tidak perlu melebihi 40
	Pengikat, sengkang, spiral	10
	Cangkang, komponen pelat lipat:	
	Tendon prategang	20
i.	<b>Bundel tulangan</b>	
	Harus yang lebih besar dari: (1) ekuivalen diameter bundel tetapi tidak lebih dari 50 mm; atau (2) selimut yang disyaratkan dalam Tabel 1 untuk diameter ekuivalen bundel.	
j.	<b>Tulangan <i>stud</i> geser berkepala dan batang tulangan berkepala</b>	Sesuai dokumen kontrak



#### 3.3.2.4 Penumpu tulangan

Kecuali diizinkan lain, gunakan penumpu tulangan yang ditunjukkan dalam 3.3.2.4.a sampai 3.3.2.4.i.

**3.3.2.4.a** Gunakan tumpuan tulangan beton pracetak untuk mendukung tulangan di atas tanah atau tatakan lumpur.

**3.3.2.4.b** Gunakan tumpuan tulangan yang terbuat dari beton, logam atau plastik untuk mendukung tulangan yang tidak dilapisi.

**3.3.2.4.c** Gunakan penumpu tulangan kawat yang digalvanis, dilapisi dengan epoksi atau polimer lainnya, atau terbuat dari palstik untuk menumpu tulangan dilapisi seng (digalvanis).

**3.3.2.4.d** Tumpuan tulangan dan item-item baja yang tertanam digunakan dengan tulangan dilapisi seng (digalvanis) juga harus dilapis seng (digalvanis) atau dilapisi dengan material non-logam.

**3.3.2.4.e** Pasang tulangan dilapisi epoksi di atas tumpuan dengan kawat ikat yang dilapisi atau di atas tumpuan tulangan yang terbuat dari plastik. Gunakan pelapis atau material yang kompatibel dengan beton.

**3.3.2.4.f** Bila pendukung tulangan beton pracetak dengan kawat pengikat yang tertanam atau dowel digunakan dengan tulangan berlapis epoksi, gunakan kawat atau dowel dilapisi dengan epoksi atau polimer lain.

**3.3.2.4.g** Penulangan yang digunakan sebagai penumpu penulangan berlapis epoksi harus dilapisi epoksi.

**3.3.2.4.h** Pada dinding yang ditulangi dengan tulangan berlapis epoksi, gunakan tulangan pembagi berlapis epoksi. Kombinasi klip tulangan dan pembagi yang digunakan dalam dinding dengan tulangan berlapis epoksi harus terbuat dari material tahan korosi atau dilapisi dengan epoksi atau polimer yang lain.

**3.3.2.4.i** Kencangkan tulangan yang dilapisi epoksi dengan kawat pengikat yang dilapisi dengan epoksi atau polimer lain.

#### 3.3.2.5 Penulangan kawat di las

Untuk slab di atas tanah, perpanjang tulangan kawat dilas sampai 50 mm dari tepi beton. Sambungan lewatan tepi dan ujung lembar penulangan kawat dilas sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, jangan memperpanjang penulangan kawat dilas melalui join kontrol. Tempatkan, tumpu dan amankan penulangan kawat dilas untuk mempertahankan posisi di *slab* selama pengecoran beton. Jangan menempatkan penulangan kawat dilas di atas tanah dan naikan ke posisinya selama pengecoran beton.

#### 3.3.2.6 Dowel kolom

Kecuali jika diizinkan, lengkapi dan gunakan *template* untuk pemasangan dowel kolom.



### 3.3.2.7 Sambungan

Kecuali jika diizinkan, buat sambungan sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Sambungan mekanis untuk tulangan yang tidak diatur dalam dokumen kontrak tidak boleh digunakan kecuali diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur. Hilangkan lapisan pada batang tulangan di daerah sambungan mekanis jika disyaratkan oleh produsen sambungan. Setelah menginstal sambungan mekanis pada batang tulangan yang dilapisi seng (digalvanis) atau pada batang tulangan dilapisi epoksi, perbaiki lapisan yang rusak dan daerah lapisan yang dihilangkan sesuai dengan 3.2.1.2.a atau 3.2.1.2.b. Lapisan bagian-bagian sambungan mekanis pada tulangan terekspos dengan lapisan material yang sama yang digunakan untuk memperbaiki lapisan yang rusak.

### 3.3.2.8 Pembengkokan atau pelurusan di lapangan

Apabila diizinkan, pembengkokan atau pelurusan tulangan yang sebagian tertanam dalam beton harus sesuai dengan prosedur 3.3.2.8.a sampai 3.3.2.8.c. Ukuran tulangan No. 10 sampai No. 16 dapat dibengkokkan dalam kondisi dingin untuk pertama kalinya, asalkan temperatur batang tulangan di atas 0 °C. Untuk ukuran batang tulangan lainnya, berikan pra pemanasan sebelum dibengkokkan.

#### 3.3.2.8.a Pra pemanasan

Pemanasan dilakukan dengan metode yang tidak merusak material batang tulangan atau menyebabkan kerusakan pada beton. Panjang batang tulangan pra pemanasan minimum lima kali diameter tulangan pada setiap arah dari pusat pembengkokan tetapi jangan perpanjang pra pemanasan di bawah permukaan beton. Jangan biarkan temperatur tulangan pada bidang kontak dengan beton melebihi 250 °C. Temperatur pra pemanasan batang tulangan harus antara 600 °C dan 650 °C. Pertahankan temperatur pra pemanasan sampai selesainya pembengkokan atau pelurusan.

Kecuali jika diizinkan, ukur temperatur pra pemanasan dengan krayon pengukur temperatur atau pyrometer sentuh.

Jangan mendinginkan secara paksa baja tulangan yang dipanasi sampai temperatur tulangan kurang dari 320 °C.

#### 3.3.2.8.b Diameter bengkokan

Diameter minimum pada bengkokan yang ditetapkan harus sesuai persyaratan Tabel 2. Selain itu, awal pembengkokan tidak boleh lebih dekat dengan permukaan beton dari diameter minimum bengkokan.

Tabel 2 - Diameter minimum bengkokan yang disyaratkan

Ukuran tulangan	Diameter minimum bengkokan dalam
No. 10 sampai No. 25	Enam diameter tulangan
No. 29, No. 32, dan No. 36	Delapan diameter tulangan
No. 43 dan No. 57	Sepuluh diameter tulangan

#### 3.3.2.8.c Perbaiki lapisan tulangan

Setelah pembengkokan atau pelurusan tulangan yang dilapisi seng (digalvanis) atau tulangan dilapisi epoksi di lapangan, perbaiki kerusakan lapisan sesuai dengan 3.2.1.2.a atau 3.2.1.2.b.



### 3.3.2.9 Pemotongan tulangan di lapangan

Tulangan hanya boleh dipotong di lapangan bila diizinkan secara khusus menggunakan metode pemotongan yang disyaratkan oleh atau diterima perencana/penanggung jawab struktur. Jangan potong penulangan berlapis epoksi dengan api.

**3.3.2.9.a** Apabila batang tulangan berlapis seng (digalvanis) dipotong di lapangan, lapis ujung-ujung batang tulangan dengan formulas kaya seng yang sesuai dengan rekomendasi pabrik dan perbaiki kerusakan lapisan sesuai dengan 3.2.1.2.a.

**3.3.2.9.b** Apabila tulangan berlapis epoksi dipotong di lapangan, lapis ujung-ujung tulangan dengan material sama yang digunakan untuk memperbaiki lapisan yang rusak, dan perbaiki kerusakan lapisan sesuai dengan 3.2.1.2.b.

### 3.3.2.10 Penulangan melalui join ekspansi

Jangan meneruskan penulangan atau benda logam terikat lainnya yang tertanam pada beton melalui join ekspansi, kecuali dowel-dowel, bila disyaratkan, yang dilekatkan hanya pada satu sisi dari join.

## 4 Campuran beton

### 4.1 Umum

#### 4.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi persyaratan untuk material, proporsi, produksi, dan pengiriman beton.

#### 4.1.2 Penyerahan

##### 4.1.2.1 Proporsi campuran

Serahkan proporsi campuran beton dan karakteristiknya.

##### 4.1.2.2 Data proporsi campuran

Serahkan catatan uji lapangan yang digunakan untuk menetapkan kekuatan rata-rata yang disyaratkan sesuai dengan 4.2.3.3. Serahkan data uji yang digunakan untuk menetapkan kekuatan tekan rata-rata campuran sesuai dengan 10.2.3.4.

##### 4.1.2.3 Material beton

Serahkan informasi berikut untuk material beton, bersama dengan bukti-bukti yang menunjukkan kesesuaian dengan 4.2.1 :

Untuk material sementisius: tipe-tipe, lokasi-lokasi pabrik, lokasi-lokasi pengiriman dan sertifikat-sertifikat yang menunjukkan kesesuaian dengan ASTM C150, ASTM C595, ASTM C618, ASTM C845, ASTM C989, ASTM C1157, atau ASTM C1240; Untuk agregat: tipe-tipe, lokasi-lokasi penimbunan atau penggalian, nama produsen, gradasi, berat jenis, dan bukti-bukti yang umurnya paling lama 90 hari yang menunjukkan kesesuaian dengan 4.2.1;

- Untuk bahan campuran tambahan : tipe-tipe, nama merek, nama produser, lembar data teknis produsen, dan sertifikat yang menunjukkan kesesuaian dengan ASTM C260, ASTM C494/C494M, ASTM C1017/C1017M, atau ASTM D98; dan



- Untuk air dan es : sumber pasokan.

#### **4.1.2.4 Catatan uji lapangan**

Apabila catatan uji lapangan digunakan sebagai dasar pemilihan proporsi untuk memastikan kesesuaian dengan persyaratan yang ditetapkan, serahkan data material dan proporsi campuran dengan hasil-hasil uji pendukung.

#### **4.1.2.5 Catatan campuran coba**

Apabila catatan campuran coba digunakan sebagai dasar untuk memastikan kesesuaian dengan persyaratan yang disyaratkan, kirimkan data material dan proporsi campuran dengan hasil-hasil uji yang mendukung.

#### **4.1.2.6 Penyesuaian proporsi campuran**

Serahkan penyesuaian proporsi campuran atau perubahan pada material, bersama dengan dokumentasi pendukung, yang dibuat selama rangkaian pekerjaan.

#### **4.1.2.7 Beton untuk lantai**

Serahkan evaluasi dan hasil-hasil uji yang memverifikasi kecukupan beton yang akan dicor untuk lantai apabila kadar material sementisius kurang dari yang disyaratkan dalam Tabel 3.

#### **4.1.2.8 Kalsium klorida**

Apabila kontraktor ingin menggunakan kalsium klorida, ajukan permintaan termasuk data yang menunjukkan kesesuaian dengan 4.2.2.5.

#### **4.1.2.9 Penakaran berdasarkan volume**

Apabila kontraktor ingin memproduksi beton dengan metode penakaran berdasarkan volume, ajukan permintaan bersama dengan deskripsi metode yang diusulkan.

#### **4.1.2.10 Waktu pencurahan**

Apabila kontraktor ingin melampaui waktu maksimum untuk mencurahkan beton yang diizinkan oleh ASTM C94/C94M, ajukan permohonan bersama dengan deskripsi tindakan pencegahan yang harus diambil.

### **4.1.3 Kontrol kualitas**

**4.1.3.1** Simpan baik-baik catatan verifikasi bahwa material yang digunakan adalah tipe dan ukuran yang disyaratkan dan telah diterima dan sesuai dengan persyaratan 4.2.1.

**4.1.3.2** Pastikan bahwa produksi dan pengiriman beton sesuai dengan persyaratan 4.3.1 dan 4.3.2.

**4.1.3.3** Pastikan bahwa beton yang diproduksi memiliki karakteristik yang disyaratkan pada kondisi campuran segar dan karakteristik-karakteristik ini dipertahankan selama transportasi dan pengiriman beton.



#### 4.1.4 Penyimpanan dan penanganan material

##### 4.1.4.1 Material sementisius

Jaga material sementisius tetap kering dan bebas dari kontaminasi.

##### 4.1.4.2 Agregat

Simpan dan perlakukan agregat sedemikian sehingga terhindar adanya segregasi dan cegah kontaminasi dari material lain atau ukuran agregat lain. Simpan agregat di lokasi yang memungkinkan agregat terbebas dari saluran air. Jangan gunakan agregat yang mengandung butiran lumpur kering.

##### 4.1.4.3 Air dan es

Lindungi air dan es pencampur dari kontaminasi selama penyimpanan dan pengiriman.

##### 4.1.4.4 Bahan campuran tambahan

Lindungi bahan campuran tambahan yang disimpan terhadap kontaminasi, penguapan, atau kerusakan. Untuk memastikan distribusi seragam dari konstituen, sediakan peralatan agitasi untuk bahan campuran tambahan yang digunakan dalam bentuk suspensi atau larutan yang tidak stabil. Lindungi bahan campuran tambahan cair dari pembekuan dan dari perubahan temperatur yang akan mempengaruhi karakteristiknya.

#### 4.2 Produk

##### 4.2.1 Material

##### 4.2.1.1 Material sementisius

Gunakan semen Tipe I atau Tipe II ASTM C150. Sebagai alternatif, gunakan satu atau kombinasi material sementisius yang diberikan pada 4.2.1.1.a sampai 4.2.1.1.f bila disyaratkan atau diizinkan atau bila diperlukan untuk memenuhi kriteria durabilitas 4.2.2.7.

**4.2.1.1.a** Semen portland sesuai dengan ASTM C150.

**4.2.1.1.b** Semen hidrolis campuran, kecuali Tipe IS (>70) sesuai dengan ASTM C 595. Untuk penampang-penampang struktur yang ditentukan sebagai subyek bahan kimia pencair es, serahkan sertifikasi tentang komposisi semen untuk memverifikasi bahwa campuran beton memenuhi persyaratan Tabel 8.

**4.2.1.1.c** Semen hidrolis sesuai dengan ASTM C1157. Untuk penampang-penampang struktur yang terkena bahan kimia pencair es, serahkan sertifikasi tentang komposisi semen untuk memverifikasi bahwa campuran beton memenuhi persyaratan Tabel 8.

**4.2.1.1.d** Pozzolan sesuai dengan ASTM C618. Bila digunakan abu terbang, jumlah minimum harus 15% dari berat total material sementisius, kecuali disyaratkan lain.

**4.2.1.1.e** *Ground-granulated blast-furnace slag* sesuai dengan ASTM C989.

**4.2.1.1.f** *Silica fume* sesuai dengan ASTM C1240.



**4.2.1.1.g** Material sementisius yang digunakan dalam beton harus sama merek dan tipenya, dan dari pabrik yang sama dengan material sementisius yang digunakan dalam beton yang diwakili oleh catatan uji lapangan yang diserahkan atau digunakan dalam campuran coba.

#### 4.2.1.2 Agregat

Agregat harus sesuai dengan ASTM C33, kecuali disyaratkan lain. Apabila digunakan agregat kasar dengan ukuran tunggal atau kombinasi dua atau lebih ukuran, gradasi akhir harus sesuai dengan persyaratan gradasi ASTM C33, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan. Agregat yang digunakan dalam beton harus diperoleh dari sumber yang sama dan memiliki rentang ukuran yang sama berbagai ukuran seperti agregat yang digunakan dalam beton yang diwakili oleh data historis yang diserahkan atau digunakan dalam campuran coba.

#### 4.2.1.3 Air dan es

Air pencampur untuk beton dan air yang digunakan untuk membuat es harus air yang dapat diminum kecuali disyaratkan atau diizinkan dari sumber air alternatif yang sesuai dengan SNI 7974:2013.

#### 4.2.1.4 Bahan campuran tambahan

Apabila disyaratkan atau diizinkan, bahan campuran tambahan harus memenuhi persyaratan berikut:

- *Air-entraining admixtures* (bahan tambahan campuran gelembung udara) – ASTM C260;
- *Chemical admixtures* (bahan tambahan kimia) – ASTM C494/C494M;
- *Chemical admixtures* (bahan tambahan kimia) yang digunakan dalam memproduksi flow beton – ASTM C1017/C1017M; dan
- Kalsium klorida (*Calcium chloride*) – ASTM D98.

Bahan campuran tambahan yang digunakan dalam beton harus sama dengan yang digunakan dalam beton yang diwakili oleh catatan yang telah diserahkan untuk uji lapangan atau digunakan dalam campuran coba.

#### 4.2.1.5 Perubahan material

Bila diusulkan perubahan merek, tipe, ukuran, atau sumber material sementisius, agregat, air, es, atau bahan campuran tambahan, ajukan data lapangan baru, data dari campuran coba baru, atau bukti lain bahwa perubahan tidak akan mempengaruhi properti-properti yang relevan dari beton. Sebelum perubahan dilakukan, data harus disampaikan untuk penerimaan.

### 4.2.2 Persyaratan kinerja dan desain

#### 4.2.2.1 Kadar material sementisius

Kadar material sementisius harus memadai untuk beton dalam memenuhi persyaratan kekuatan yang disyaratkan, *w/cm*, durabilitas, dan kemudahan penyelesaian akhir. Beton yang digunakan untuk lantai, kadar material sementisius tidak boleh kurang dari yang tertera pada Tabel 3, kecuali disyaratkan lain. Bila diizinkan, penerimaan kadar material sementisius yang lebih rendah akan tergantung pada verifikasi bahwa campuran beton dengan kadar material sementisius yang lebih rendah akan memenuhi persyaratan kekuatan yang disyaratkan dan akan menghasilkan beton dengan kualitas akhir, penampilan, durabilitas, dan kekerasan permukaan yang sama. Apabila historis dari kualitas akhir tidak tersedia, evaluasi campuran yang diusulkan dengan mengecor beton pada suatu *slab* di lokasi proyek



dengan menggunakan material proyek, peralatan, dan personil. *Slab* harus paling sedikit 2,5 m x 2,5 m dan mempunyai ketebalan yang dapat diterima. *Slump* tidak boleh melebihi *slump* yang disyaratkan. Serahkan hasil evaluasi untuk penerimaan.

**Tabel 3 - Persyaratan kadar material sementisius minimum untuk lantai**

Ukuran agregat maksimum nominal (mm)	Kadar material sementisius minimum (kg/m <sup>3</sup> )
37,5	280
25,0	310
19,0	320
9,5	360
<b>CATATAN</b> Bila abu terbang digunakan sebagai material sementisius tambahan, jumlahnya tidak boleh kurang dari 15% dan tidak lebih dari 25% berat total material sementisius, kecuali disyaratkan lain.	

#### 4.2.2.2 *Slump*

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, beton harus memiliki *slump* sebesar 100 mm di lokasi penyerahan. Tentukan *slump* sesuai ASTM C143/C143M. Toleransi *slump* harus sesuai persyaratan ACI 117M.

Apabila bahan campuran tambahan pembuat plastis Tipe I atau II sesuai ASTM C1017/C1017M atau bila bahan campuran tambahan pereduksi air rentang tinggi tipe F atau tipe G sesuai ASTM C494/C494M diizinkan untuk meningkatkan *slump* beton, campuran beton harus diproporsikan mencapai *slump* 50 mm sampai dengan 100 mm sebelum penambahan bahan campuran tambahan tersebut dan di lokasi penyerahan mencapai *slump* maksimum 200 mm setelah bahan campuran tambahan tersebut ditambahkan, kecuali disyaratkan lain.

#### 4.2.2.3 Ukuran agregat kasar

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak boleh melebihi tiga perempat dari jarak bersih minimum antar batang tulangan, seperlima dari dimensi terkecil antar sisi dalam bekisting, atau sepertiga dari ketebalan *slab* atau *topping*.

#### 4.2.2.4 Kadar udara

Kecuali disyaratkan lain, beton harus diberi gelembung udara sesuai dengan 4.2.2.7.b. Kecuali disyaratkan lain, ukur kadar udara di lokasi penyerahan sesuai dengan ASTM C173/C173M atau ASTM C231.

#### 4.2.2.5 Bahan campuran tambahan

Apabila bahan campuran tambahan disyaratkan dalam dokumen kontrak untuk bagian-bagian tertentu dari pekerjaan, gunakan tipe-tipe yang ditetapkan. Penggunaan kalsium klorida atau bahan campuran tambahan lain yang mengandung ion klorida harus memenuhi batasan dalam 4.2.2.7. Apabila diterima, tambahkan kalsium klorida ke dalam bentuk larutan.



#### 4.2.2.6 Temperatur beton

Bila rata-rata temperatur lingkungan tertinggi dan terendah dari tengah malam sampai tengah malam berikutnya diharapkan kurang dari 4 °C untuk lebih dari tiga hari berturut-turut, serahkan beton untuk memenuhi temperatur minimum segera setelah pengecoran:

13 °C untuk penampang dengan dimensi terkecil kurang dari 300 mm;

10 °C untuk penampang dengan dimensi terkecil 300 mm sampai 900 mm;

7 °C untuk penampang dengan dimensi terkecil 900 mm sampai 1800 mm; dan

4 °C untuk penampang dengan dimensi terkecil lebih besar dari 1 800 mm.

Temperatur beton saat dicor tidak melebihi nilai-nilai tersebut lebih dari 11 °C. Persyaratan minimum ini dapat dihentikan apabila temperatur di atas 10 °C terjadi selama lebih dari setengah hari dari setiap durasi 24 jam.

Kecuali jika disyaratkan lain atau diizinkan, temperatur beton yang diserahkan tidak boleh melebihi 35 °C.

#### 4.2.2.7 Durabilitas

##### 4.2.2.7.a Ketahanan terhadap sulfat

Kecuali disyaratkan lain, siapkan beton sesuai persyaratan Tabel 4, berdasarkan kelas paparan terhadap sulfat terlarut dalam air yang didefinisikan dalam dokumen kontrak. Serahkan dokumentasi verifikasi yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

**Tabel 4 - Untuk kategori paparan S: paparan sulfat**

Kelas paparan	Maksimum $w/cm$	Minimum $f'_c$ , MPa	Tipe-tipe – Material sementisius yang disyaratkan*			Persyaratan tambahan
			ASTM C150	ASTM C595	ASTM C1157	
S0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
S1	0,50	28	II <sup>†‡</sup>	IP(MS), IS(<70)(MS)	MS	NA
S2	0,45	31	V <sup>‡</sup>	IP(HS), IS(<70)(HS)	HS	Tanpa bahan tambahan kalsium klorida
S3	0,45	31	V + pozolan atau semen slag <sup>§</sup>	IP(HS) + pozolan atau slag <sup>§</sup> atau IS(<70)(HS) + pozzolan atau slag <sup>§</sup>	HS + pozolan atau semen slag <sup>§</sup>	Tanpa bahan tambahan kalsium klorida

\* Kombinasi alternatif material sementisius dari yang tercantum dalam Tabel ini harus diijinkan saat diuji untuk ketahanan sulfat dan memenuhi kriteria pada Tabel 5

<sup>†</sup> Untuk paparan air laut, tipe-tipe semen portland lain dengan kadar trikalsium aluminat ( $C_3A$ ) hingga 10% diizinkan jika  $w/cm$  tidak melebihi 0,40.

<sup>‡</sup> Tersedia tipe semen lain, misal Tipe III atau Tipe I, diizinkan pada Kelas Paparan S1 atau S2 jika kadar  $C_3A$  kurang dari 8% atau 5%.

<sup>§</sup> Jumlah sumber dari pozolan atau slag spesifik yang digunakan tidak kurang dari jumlah yang ditentukan oleh pengujian atau catatan layanan untuk meningkatkan ketahanan sulfat bila digunakan dalam beton yang mengandung semen Tipe V. Sebagai alternatif, jumlah sumber pozzolan atau slag spesifik yang digunakan tidak kurang dari jumlah yang diuji sesuai dengan ASTM C1012 dan memenuhi persyaratan Tabel 5.



**Tabel 5 - Persyaratan untuk menetapkan kesesuaian kombinasi material sementisius yang terekspos terhadap sulfat yang terlarut dalam air**

Kelas paparan	Ekspansi maksimum bila diuji menggunakan ASTM C1012		
	Pada 6 bulan	Pada 12 bulan	Pada 18 bulan
S1	0,10%	NA	NA
S2	0,05%	0,10%*	NA
S3	NA	NA	0,10%

\* Batas ekspansi 12 bulan hanya berlaku bila ekspansi diukur melebihi batas ekspansi maksimum 6 bulan.

**4.2.2.7.b Ketahanan beku dan cair**

Kecuali disyaratkan lain, siapkan beton sesuai persyaratan Tabel 6 berdasarkan kelas paparan terhadap pembekuan dan pencairan yang didefinisikan dalam dokumen kontrak. Serahkan dokumentasi verifikasi yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

**Tabel 6 - Untuk kategori paparan F: paparan beku dan cair**

Kelas paparan	Maksimum $w/cm$	Minimum $f'_c$ , MPa	Kadar udara	Persyaratan tambahan
F0	NA	NA		NA
F1	0,45	31	Tabel 7	NA
F2	0,45	31	Tabel 7	NA
F3	0,45	31	Tabel 7	Tabel 8

**Tabel 7 - Jumlah kadar udara untuk beton yang terekspos terhadap siklus beku dan cair**

Ukuran agregat maksimum nominal, mm <sup>‡</sup>	Kadar udara, % <sup>†</sup>	
	Kelas Paparan F2 dan F3	Kelas Paparan F1
9,5	7,5	6,0
12,5	7	5,5
19,0	6	5
25,0	6	4,5
37,5	5,5	4,5
50 <sup>§</sup>	5	4
75 <sup>§</sup>	4,5	3,5

\*Toleransi pada kadar udara yang disampaikan harus  $\pm 1,5\%$ .

<sup>†</sup> Untuk  $f'_c > 35$  MPa diizinkan mereduksi kadar udara sebesar 1,0%.

<sup>‡</sup>Lihat ASTM C33 untuk toleransi pada ukuran berlebih dari berbagai penunjukan ukuran nominal maksimum

<sup>§</sup>Kadar udara ini berlaku untuk total campuran. Bila menguji beton ini, bagaimanapun, partikel-partikel agregat yang lebih besar dari 37,5 mm dibuang dengan pengayakan, dan kadar udara diukur pada fraksi yang diayak (toleransi pada kadar udara yang disampaikan berlaku untuk nilai ini). Kadar udara campuran total dihitung dari nilai yang terukur pada fraksi yang diayak melewati saringan 37,5 mm sesuai dengan ASTM C231.



**Tabel 8 - Persyaratan material sementisius maksimum untuk beton yang terekspos bahan kimia pencair es**

Material sementisius	Persen dari material sementisius total maksimum dalam berat*
Abu terbang atau pozolan lain sesuai dengan ASTM C618	25
Semen slag sesuai dengan ASTM C989	50
Silica fume sesuai dengan ASTM C1240	10
Total abu terbang atau pozolan lain, slag dan silica fume	50 <sup>†</sup>
Total abu terbang atau pozolan lain dan silica fume	35 <sup>†</sup>
* Total material sementisius juga termasuk ASTM C150, C595, C845, dan semen C1157. Persentase maksimum di atas akan meliputi: a) Abu terbang atau pozolan lain yang ada pada semen campur Tipe IP C595 atau C1157; b) Semen slag yang terdapat dalam semen campur Tipe IS C595 atau C1157; dan c) Silica fume sesuai dengan ASTM C1240 yang ada di semen campur Tipe IP C595 atau C1157. † Abu terbang atau pozolan lain dan silica fume harus tidak lebih dari 25% dan 10%, masing-masing dari total berat material sementisius.	

#### 4.2.2.7.c Permeabilitas rendah

Kecuali disyaratkan lain, siapkan beton sesuai persyaratan Tabel 9, berdasarkan kelas paparan komponen struktur yang kontak dengan air memerlukan permeabilitas rendah sesuai dengan definisi dalam dokumen kontrak. Serahkan dokumentasi verifikasi yang memenuhi persyaratan yang disyaratkan.

**Tabel 9 - Untuk kategori paparan P: dalam kontak dengan air yang membutuhkan beton dengan permeabilitas rendah**

Kelas paparan	Maksimum $w/cm$	Minimum $f'_c$ , MPa	Persyaratan minimum tambahan
P0	NA	NA	NA
P1	0,50	28	NA

#### 4.2.2.7.d Perlindungan korosi pada tulangan

Kecuali disyaratkan lain, siapkan beton sesuai persyaratan Tabel 10 untuk kondisi yang membutuhkan perlindungan korosi tulangan sesuai definisi dalam dokumen kontrak. Serahkan dokumentasi verifikasi yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Kadar ion klorida terlarut dalam air kontribusi dari berbagai konstituen termasuk air, agregat, material sementisius dan bahan campuran tambahan harus ditentukan untuk campuran beton pada umur antara 28 hari dan 42 hari oleh ASTM C1218/C1218M.



**Tabel 10 - Untuk kategori paparan C: kondisi yang mensyaratkan perlindungan korosi pada penulangan**

Kelas eksposur	Maksimum $w/cm$	Minimum $f'_c$ , MPa	Kadar ion klorida (Cl <sup>-</sup> ) maksimum terlarut dalam air pada beton, persen terhadap berat semen
<b>Beton bertulang</b>			
C0	NA	NA	1,00
C1	NA	NA	0,30
C2	0,40	35	0,15
<b>Beton prategang</b>			
C0	NA	NA	0,06
C1	NA	NA	0,06
C2	0,40	35	0,06

#### 4.2.2.8 Kekuatan dan rasio air-material sementisius

Kekuatan tekan dan, bila disyaratkan, rasio air-material sementisius ( $w/cm$ ) dari beton untuk setiap bagian dari pekerjaan, harus sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

**4.2.2.8.a** Kecuali disyaratkan lain, persyaratan kekuatan harus didasarkan pada kekuatan tekan 28 hari yang ditentukan dari spesimen silinder (150 x 300) mm atau (100 x 200) mm yang dibuat dan diuji sesuai SNI 4810:2013 dan ASTM C39/C39M. Sebuah uji kekuatan pada umur yang ditunjuk adalah rata-rata dari minimal dua silinder (150 x 300) mm atau rata-rata dari minimal tiga silinder (100 x 200) mm yang dibuat dari sampel beton yang sama.

#### 4.2.2.9 Beton bertulang serat baja

Bila diperlukan, hasilkan beton diperkuat serat baja sesuai dengan dokumen kontrak.

### 4.2.3 Proporsi

**4.2.3.1** Proporsikan beton sesuai dengan 4.2.2 untuk menghasilkan kelecakan dan konsistensi sedemikian sehingga beton dengan mudah dapat dituang ke dalam bekisting dan sekitar penulangan tanpa segregasi, dan untuk menghasilkan kekuatan tekan rata-rata yang cukup sesuai persyaratan penerimaan pada 1.6.6.1. Bila fasilitas produksi memiliki catatan uji lapangan dalam waktu 12 bulan terakhir dan mencakup tidak kurang dari 60 hari kalendar untuk suatu kelas beton dalam selisih 7 MPa dari yang disyaratkan untuk pekerjaan, hitung deviasi standar sampel dan tetapkan kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan  $f'_{cr}$  sesuai dengan 4.2.3.2 dan 4.2.3.2.a. Bila catatan uji lapangan tidak tersedia, pilih  $f'_{cr}$  dari Tabel 13.

#### 4.2.3.2 Deviasi standar sampel

##### 4.2.3.2.a Data uji lapangan

Catatan uji lapangan yang digunakan untuk menghitung deviasi standar sampel harus mewakili material, prosedur pengendalian kualitas, dan kondisi iklim serupa yang diestimasi dalam Pekerjaan. Perubahan pada material dan proporsi beton yang diwakili oleh catatan uji tidak boleh terlalu melebihi batasan yang diusulkan dalam pekerjaan. Catatan uji harus memenuhi salah satu dari yang berikut:

- Data dari suatu kelompok tunggal minimal 15 uji kuat tekan berurut-turut dengan proporsi campuran yang sama; atau



- Data dari dua kelompok uji kuat tekan berurut-turut sejumlah minimal 30 uji kuat tekan. Tidak boleh satupun dari kedua kelompok kurang dari 10 pengujian.

#### 4.2.3.2.b Perhitungan deviasi standar sampel

Hitung deviasi standar sampel,  $S_s$ , dari catatan uji kekuatan sebagai berikut:

- Untuk suatu kelompok tunggal hasil uji berurut-turut:

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (4-1)$$

##### Keterangan:

- $S_s$  adalah deviasi standar sampel;
- $n$  adalah jumlah hasil uji yang diperhitungkan;
- $\bar{X}$  adalah rata-rata dari  $n$  hasil uji yang diperhitungkan; dan
- $X_i$  adalah hasil uji individual.

- Untuk dua grup dari hasil uji berturut-turut:

$$S_s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}} \quad (4-2)$$

##### Keterangan:

- $S_s$  adalah deviasi standar untuk kombinasi dua kelompok;
- $S_1, S_2$  adalah deviasi standar untuk Kelompok 1 dan 2, dihitung sesuai dengan Persamaan (4-1); dan
- $n_1, n_2$  adalah jumlah hasil uji pada Kelompok 1 dan 2.

#### 4.2.3.3 Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan

Hitung  $f'_{cr}$  untuk kelas beton yang disyaratkan sesuai dengan 4.2.3.3.a atau 4.2.3.3.b.

**4.2.3.3.a** Gunakan deviasi standar sampel yang dihitung sesuai dengan 4.2.3.2 untuk menetapkan  $f'_{cr}$  sesuai dengan Tabel 11. Gunakan yang lebih besar dari dua nilai dari  $f'_{cr}$  yang dihitung.

**Tabel 11 - Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan**, bila data tersedia untuk menetapkan deviasi standar sampel, MPa

$f'_c$ , MPa	$f'_{cr}$ MPa	
	Gunakan yang lebih besar dari:	Persamaan
35 atau lebih kecil	$f'_{cr} = f'_c + 1,34 k S_s$	(4-3)
	$f'_{cr} = f'_c + 2,33 k S_s - 3,5$	(4-4)
Lebih besar dari 35	$f'_{cr} = f'_c + 1,34 k S_s$	(4-3)
	$f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33 k S_s$	(4-5)
<b>CATATAN</b> $f'_{cr}$ = kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan; $f'_c$ = kekuatan beton yang disyaratkan; $k$ = faktor dari Tabel 12 untuk menyesuaikan deviasi standar jika jumlah uji total kurang dari 30; dan $S_s$ = deviasi standar yang dihitung sesuai dengan 4.2.3.2.		



**Tabel 12 - Faktor  $k$  untuk meningkatkan deviasi standar sampel untuk jumlah pengujian yang diperhitungkan**

Jumlah pengujian total yang diperhitungkan	Faktor $k$ untuk meningkatkan deviasi standar sampel
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00
<b>CATATAN</b> Interpolasi linier untuk antar jumlah pengujian yang dapat diterima.	

**4.2.3.3.b** Apabila tidak tersedia catatan uji lapangan untuk menetapkan deviasi standar sampel, pilih kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan  $f'_{cr}$  dari Tabel 13.

**Tabel 13 - Kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan**

$f'_c$ , MPa	$f'_{cr}$ *, MPa
Kurang dari 21	$f'_c + 7$
21 sampai 35	$f'_c + 8,3$
Lebih besar dari 35	$1,1 f'_c + 5$
* Bila data catatan tersedia untuk menetapkan deviasi standar.	

#### 4.2.3.4 Dokumentasi kekuatan tekan rata-rata

Dokumentasi yang menunjukkan proporsi beton yang diusulkan akan menghasilkan kekuatan tekan rata-rata sama dengan atau lebih besar dari kekuatan tekan rata-rata yang diperlukan, dan terdiri dari catatan kekuatan lapangan atau campuran coba sesuai dengan 4.2.3.4.a atau 4.2.3.4.b, masing-masing.

##### 4.2.3.4.a Data pengujian lapangan

Jika data uji lapangan yang tersedia dan mewakili satu kelompok tunggal dari minimal 10 uji kekuatan berturut-turut untuk satu campuran, dengan menggunakan material yang sama, di bawah kondisi yang sama, dan mencakup suatu jangka waktu tidak kurang dari 60 hari, pastikan bahwa rata-rata hasil uji lapangan sama atau melebihi  $f'_{cr}$ . Serahkan untuk penerimaan proporsi campuran bersama dengan data uji lapangan.

Jika data uji lapangan mewakili dua kelompok uji kuat tekan untuk dua campuran, plot kekuatan rata-rata  $\bar{X}_1$  dan  $\bar{X}_2$  dari masing-masing kelompok versus  $w/cm$  dari proporsi campuran yang sesuai dan interpolasi antara keduanya untuk menetapkan  $w/cm$  yang diperlukan. Tetapkan proporsi campuran untuk  $f'_{cr}$  berdasarkan  $w/cm$  yang diperlukan.

##### 4.2.3.4.b Campuran coba

Tetapkan proporsi campuran berdasarkan campuran coba sesuai dengan persyaratan berikut:

- Gunakan material dan kombinasi material yang tercantum dalam 4.2.1.1 sampai 4.2.1.4 yang diusulkan untuk pekerjaan;
- Tentukan  $f'_{cr}$  sesuai dengan 4.2.3.3.a bila tersedia data uji lapangan yang cocok, atau gunakan Tabel 13;



- Buat minimal tiga campuran coba untuk setiap kelas beton dengan suatu rentang proporsi yang akan mencakup  $f'_{cr}$ . Untuk beton yang dibuat dengan lebih dari satu tipe material sementisius, pemasok beton harus menetapkan  $w/cm$  dan proporsi relatif dari material sementisius dan bahan campuran tambahan, jika ada, yang akan menghasilkan kuat tekan rata-rata yang diperlukan;
- Proporsi campuran coba untuk menghasilkan slump dalam jarak 20 mm dari maksimum yang disyaratkan, dan untuk beton yang diisi gelembung udara, suatu kadar udara dalam jarak 0,5% dari kadar udara yang diperlukan ditunjukkan dalam Tabel 7, atau sesuai yang disyaratkan. Temperatur beton campuran segar harus dicatat, dan harus dalam jarak 6 °C temperatur maksimum beton yang diinginkan yang dicampur dan disampaikan;
- Untuk setiap campuran coba, buat dan rawat tiga silinder kuat tekan untuk setiap umur uji sesuai dengan SNI 2493: 2011. Pengujian untuk kekuatan tekan sesuai dengan ASTM C39/C39M pada umur 28 hari atau umur uji untuk  $f'_c$  yang ditunjuk dalam Dokumen Kontrak; dan
- Tetapkan proporsi campuran berdasarkan data batch coba untuk mencapai suatu kekuatan tekan rata-rata sesuai dengan  $f'_{cr}$  sesuai yang ditentukan dalam 4.2.3.3 dan agar tidak melebihi maksimum  $w/cm$  dan persyaratan lain dalam 4.2.2.7 jika dapat diberlakukan.

#### 4.2.3.5 Verifikasi lapangan dari proporsi campuran yang dipilih

Bila disyaratkan, lakukan verifikasi lapangan dari efek metode pengecoran pada karakteristik campuran beton. Gunakan material dan proporsi-proporsi campuran yang diterima untuk digunakan dalam pekerjaan, pastikan beton dapat dicor dengan menggunakan metode pengecoran yang diinginkan. Tuang campuran beton dengan menggunakan peralatan dan personil proyek. Pastikan bahwa *slump* dan kadar udara yang diperoleh pada saat pengecoran dapat diterima. Lakukan koreksi sesuai dengan metode pengecoran atau sesuai proporsi-proporsi campuran, bila diperlukan. Serahkan penyesuaian terhadap proporsi-proporsi campuran ke perencana/penanggung jawab struktur untuk kaji ulang dan penerimaan.

#### 4.2.3.6 Revisi untuk campuran beton

Bila 15 hasil uji kuat tekan berurut-turut dapat tersedia dari lapangan, hitung kekuatan tekan rata-rata dan deviasi standar. Hitung nilai revisi untuk  $f'_{cr}$  sesuai dengan 4.2.3.3.a. Verifikasi bahwa kedua persyaratan 1.6.6.1 terpenuhi.

**4.2.3.6.a** Bila kekuatan tekan rata-rata aktual  $\bar{X}$  melebihi nilai revisi  $f'_{cr}$  dan persyaratan 1.6.6.1 dipenuhi, maka nilai  $f'_{cr}$  mungkin akan menurun. Campuran yang direvisi harus memenuhi persyaratan 4.2.2.

**4.2.3.6.b** Jika kekuatan tekan rata-rata aktual  $\bar{X}$  kurang dari nilai revisi  $f'_{cr}$  atau jika salah satu dari dua persyaratan dalam 1.6.6.1 tidak dipenuhi, segera ambil langkah-langkah untuk meningkatkan kekuatan tekan beton rata-rata.

**4.2.3.6.c** Serahkan proporsi campuran yang direvisi untuk penerimaan sebelum mengecor beton di pekerjaan.



### 4.3 Pelaksanaan

#### 4.3.1 Pengukuran, penakaran dan pencampuran

Fasilitas produksi harus memproduksi beton dengan mutu yang disyaratkan dan sesuai dengan Standar ini.

##### 4.3.1.1 Beton siap pakai dan beton diproduksi di lokasi

Kecuali disyaratkan lain, ukuran, takaran dan material campuran beton dan beton sesuai dengan ASTM C94/C94M.

##### 4.3.1.2 Beton yang diproduksi dengan penakaran volumetrik dan pencampuran kontinu

Bila beton dibuat dengan penakaran volumetrik dan pencampuran kontinu dapat diterima, itu harus sesuai dengan persyaratan ASTM C685/C685M dan harus memenuhi persyaratan Spesifikasi ini.

##### 4.3.1.3 Bahan kering prakemas yang digunakan dalam beton

Apabila digunakan material kombinasi yang dikemas kering, maka harus memenuhi persyaratan ASTM C387 dan memenuhi persyaratan spesifikasi ini.

#### 4.3.2 Pengiriman

Transportasi dan kirimkan beton dengan peralatan yang sesuai dengan persyaratan ASTM C94/C94M.

##### 4.3.2.1 Penyesuaian *slump*

Apabila hasil uji *slump* beton di bawah *slump* yang disyaratkan, *slump* dapat disesuaikan dengan menambahkan air sampai jumlah yang diizinkan dalam proporsi campuran yang telah disetujui, kecuali disyaratkan lain. Penambahan air harus sesuai dengan ASTM C94/C94M. Jangan melampaui *w/cm* atau *slump* yang disyaratkan. Jangan menambahkan air ke beton yang dikirim dalam peralatan yang tidak dapat digunakan untuk pencampuran. Setelah bahan tambahan *plasticizer* atau bahan tambahan pereduksi air rentang tinggi ditambahkan ke beton di lokasi untuk mencapai beton alir, jangan menambah air pada beton tersebut. Ukur *slump* dan kadar udara dalam beton yang diberi tambahan gelembung udara setelah penyesuaian *slump* untuk memverifikasi kesesuaian dengan persyaratan yang ditetapkan.

##### 4.3.2.2 Waktu penuangan

Kecuali diizinkan lain, waktu untuk menyelesaikan penuangan harus sesuai dengan ASTM C94/C94M. Bila penuangan diizinkan setelah lebih dari 90 menit telah berlalu sejak penakaran atau setelah tabung pencampur berputar 300 putaran, pastikan kadar udara beton gelembung udara, *slump* dan temperatur beton sesuai yang disyaratkan.

## 5 Penanganan, pengecoran dan pelaksanaan

### 5.1 Umum



### 5.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi produksi beton struktural yang dicor di tempat. Termasuk metode dan prosedur untuk mendapatkan beton bermutu melalui penanganan yang tepat, pengecoran, finising, perawatan dan perbaikan cacat permukaan.

### 5.1.2 Penyerahan

**5.1.2.1** Serahkan data yang ditetapkan dalam 5.1.2.1.a sampai 5.1.2.1.f, kecuali disyaratkan lain.

#### 5.1.2.1.a Laporan uji kontrol lapangan

Jaga dan serahkan catatan uji kontrol kualitas dan laporan pemeriksaan.

#### 5.1.2.1.b Pengukuran temperatur

Serahkan metode yang diusulkan untuk memenuhi persyaratan untuk mengukur temperatur beton.

**5.1.2.1.c** Serahkan kualifikasi dari finishing kontraktor dan dari *flatwork* yang akan melaksanakan pekerjaan sebagaimana diatur dalam 5.3.4.1.

#### 5.1.2.1.d Gambar dan data

Serahkan gambar kerja pengecoran, penanganan dan metode konstruksi dan data yang sesuai dengan dokumen kontrak.

#### 5.1.2.1.e Pemberitahuan pengecoran

Serahkan pemberitahuan pengecoran minimal 24 jam sebelum pengecoran.

#### 5.1.2.1.f Persyaratan pra-pengecoran

Serahkan permintaan untuk penerimaan aktivitas pra-pengecoran.

**5.1.2.2** Serahkan data yang disyaratkan dalam 5.1.2.2.a sampai 5.1.2.2.g bila diperlukan.

#### 5.1.2.2.a Peralatan pengangkut

Serahkan deskripsi peralatan pengangkut.

#### 5.1.2.2.b Metode perbaikan

Apabila noda, karat, *efflorecens*, dan endapan permukaan harus dihilangkan sesuai yang diuraikan dalam 5.3.7.6, serahkan metode pembersihan yang diusulkan.

#### 5.1.2.2.c Proteksi cuaca basah

Apabila disyaratkan, serahkan permohonan untuk penerimaan usulan kegiatan proteksi cuaca basah.

#### 5.1.2.2.d Pengecoran dalam cuaca panas



Apabila disyaratkan, serahkan permohonan untuk batas temperatur beton melebihi yang disyaratkan pada 5.3.2.1.c, termasuk deskripsi tindakan pencegahan yang diusulkan untuk pengecoran beton di cuaca panas.

#### **5.1.2.2.e Pengecoran dalam cuaca dingin**

Apabila disyaratkan, ajukan permohonan untuk penerimaan usulan aktivitas proteksi terhadap cuaca dingin.

#### **5.1.2.2.f Pencocokan sampel jadi**

Apabila disyaratkan oleh dokumen kontrak, serahkan sampel jadi seperti dijelaskan dalam 5.3.3.

#### **5.1.2.2.g Permukaan agregat terekspos**

Apabila disyaratkan permukaan agregat terekspos dan diusulkan digunakan suatu permukaan *retarder*, serahkan spesifikasi dan data *retarder* dari produsen serta metode yang diusulkan mengenai penggunaan *retarder*.

**5.1.2.3** Apabila diusulkan alternatif, serahkan data yang disyaratkan dalam 5.1.2.3.a sampai 5.1.2.3.g, bila terdapat alternatif yang diusulkan.

#### **5.1.2.3.a Join konstruksi**

Serahkan informasi untuk penerimaan dari lokasi yang diusulkan dan perlakuan join konstruksi yang tidak ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

#### **5.1.2.3.b Slab dua lapis**

Apabila diusulkan bahan perekat selain semen grout, serahkan spesifikasi dan data produsen tentang bahan perekat tersebut.

#### **5.1.2.3.c Pengecoran di bawah permukaan air**

Apabila direncanakan pengecoran di bawah permukaan air, serahkan permohonan untuk penerimaan metode yang diusulkan.



#### 5.1.2.3.d Join kontraksi atau ekspansi

Apabila diusulkan join kontraksi atau join ekspansi selain dari yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak, usulkan lokasinya untuk penerimaan.

#### 5.1.2.3.e Metode perawatan

Apabila diusulkan suatu metode pelestarian kelembaban selain dari yang disyaratkan pada 5.3.6.4, ajukan permintaan untuk metode yang diusulkan.

#### 5.1.2.3.f Pengikat yang dilapis

Apabila diusulkan pengikat bekisting yang dilapis untuk menghindarkan kebutuhan untuk menambal lubang pengikat, serahkan usulan deskripsi pengikat yang dilapis.

#### 5.1.2.3.g Material perbaikan

Apabila diusulkan material perbaikan selain yang diuraikan dalam 5.2.1.4, ajukan spesifikasi material perbaikan, data produsen material penambal dan persiapan serta prosedur aplikasi yang diusulkan.

### 5.1.3 Pengiriman, penyimpanan dan penanganan

#### 5.1.3.1 Pengiriman

Corkan beton dalam batas waktu yang ditetapkan dalam 4.3.2.2.

#### 5.1.3.2 Penyimpanan dan penanganan

Simpan dan tangani produk-produk untuk mempertahankan kualitas aslinya. Jangan gunakan produk-produk yang disimpan di luar tempat yang direkomendasikan oleh produsen.

## 5.2 Produk

### 5.2.1 Material

#### 5.2.1.1 Air untuk perawatan

Air yang memenuhi persyaratan SNI 7974:2013 dapat diterima sebagai air perawatan, kecuali disyaratkan lain.

#### 5.2.1.2 Bahan campuran untuk perawatan

Gunakan bahan campuran untuk perawatan yang sesuai dengan ASTM C309 atau ASTM1315.

#### 5.2.1.3 Material lembaran tahan air

Gunakan material lembaran tahan air yang sesuai dengan ASTM C171.

#### 5.2.1.4 Bahan perbaikan

Kecuali disyaratkan lain dan diizinkan, gunakan mortar perbaikan dari semen Portland yang dicampur di tempat, yang dibuat dengan perbandingan volume satu bagian semen sampai



dua dan satu setengah bagian pasir gembur basah. Kecuali diizinkan lain, cocokkan warna dengan beton yang sudah ada saat beton ekspos dapat dilihat.

#### 5.2.1.5 Grout perekat

Untuk material grout perekat, campur 1 bagian semen dan 1 ½ bagian pasir yang lolos ayakan 2,36 mm (No. 8). Gunakan air yang cukup untuk mencapai konsistensi cat tebal.

#### 5.2.1.6 Scrub coat

Untuk material *scrub coat*, campur 1 bagian semen portland dan 1 bagian pasir gembur basah dengan air untuk menghasilkan konsistensi krim tebal. Gunakan pasir sesuai persyaratan ASTM C144 atau ASTM C404.

### 5.2.2 Kinerja dan persyaratan desain

#### 5.2.2.1 Join konstruksi dan kontraksi

Buat dan tentukan lokasi join konstruksi dan kontraksi yang diusulkan, tetapi yang tidak ditunjukkan dalam dokumen kontrak, harus memenuhi 2.2.2.5. Jangan mengurangi kekuatan struktur dengan join-join.

### 5.3 Pelaksanaan

#### 5.3.1 Persiapan

**5.3.1.1** Jangan mengecor beton sampai data tentang material dan proporsi campuran diterima.

**5.3.1.2** Bersihkan beton keras dan material asing dari permukaan dalam peralatan angkut/pembawa.

**5.3.1.3** Sebelum mengecor beton ke dalam bekisting, lakukan hal-hal berikut:

- Ikuti persyaratan bekisting yang disyaratkan dalam Pasal 2;
- Bersihkan salju, es, embun beku, air dan material asing lain dari permukaan bekisting serta dari penulangan dan item-item tertanam yang akan dicor beton;
- Patuhi persyaratan pemasangan tulangan yang disyaratkan dalam Pasal 3; dan
- Posisikan dan amankan di tempatnya material join ekspansi, angkur, dan item-item tertanam lainnya.

**5.3.1.4** Sebelum mengecor beton *slab* di atas tanah, bersihkan material asing dan dari tanah dasar dan lakukan tindakan sebagai berikut :

- Tanah dasar dan dasar harus disiapkan sesuai dengan dokumen kontrak.
- Toleransi untuk elevasi material dasar harus sesuai dengan ACI 117M.

**5.3.1.5** Bila kondisi penguapan tinggi yang mengakibatkan beton harus dilindungi dengan segera setelah pengecoran atau finising, buat ketentuannya sebelum beton dicor untuk penahan angin, pelindung panas, pengkabutan, penyiraman, penggenangan, atau ditutup basah.

**5.3.1.6** Selama kondisi temperatur lingkungan yang diuraikan dalam 4.2.2.6, buat ketentuan-ketentuan sebelum pengecoran beton untuk mempertahankan temperatur beton



sesuai yang disyaratkan dalam 5.3.2.1.b. Gunakan pemanas, penutup, atau cara-cara lain yang memadai untuk mempertahankan temperatur yang diperlukan tanpa beton mengering. Jangan gunakan pemanas pembakaran tanpa ventilasi.

## **5.3.2 Pengecoran beton**

### **5.3.2.1 Pertimbangan cuaca**

#### **5.3.2.1.a Cuaca basah**

Jangan mengecor beton ketika hujan, hujan es atau salju turun kecuali disediakan perlindungan dan bila diperlukan, peroleh penerimaan perlindungan. Jangan biarkan air hujan menambah air pencampur atau merusak permukaan beton.

#### **5.3.2.1.b Cuaca dingin**

Temperatur beton pada pengiriman harus memenuhi persyaratan 4.2.2.6. Kecuali diizinkan lain, jangan cor beton sehingga kontak dengan permukaan yang kurang dari 2 °C.

#### **5.3.2.1.c Cuaca panas**

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, temperatur beton yang dicor tidak boleh melebihi dari 35 °C. Apabila temperatur tulangan, item yang tertanam, atau bekisting lebih tinggi dari 50 °C, gunakan kabut air halus untuk melembabkan permukaan yang panas segera sebelum beton dituang. Bersihkan genangan air sebelum mengecor beton.

### **5.3.2.2 Transportasi**

Angkut beton dengan cepat dari mixer ke tempat pengecoran akhir dengan metode yang mencegah adanya segregasi atau hilangnya konstituen dan memastikan kualitas beton yang disyaratkan. Jangan menggunakan pipa atau corong aluminium.

### **5.3.2.3 Peralatan transportasi**

Gunakan peralatan transportasi yang kapasitasnya mencukupi agar memenuhi persyaratan 5.3.2.4.

**5.3.2.3.a** Gunakan ban berjalan horisontal atau kemiringannya tidak menyebabkan segregasi atau kehilangan konstituen secara berlebihan. Lindungi beton untuk meminimalkan pengeringan dan pengaruh dari kenaikan temperatur. Gunakan papan penahan atau kereta dorong yang diperbolehkan pada akhir pencurahan untuk mencegah segregasi. Jangan biarkan mortar mengganggu jalan putar dari ban berjalan.

**5.3.2.3.b** Gunakan talang metal atau talang berlapis metal yang mempunyai dasar bulat, dan kemiringan talang antara satu vertikal terhadap dua horisontal dan satu vertikal terhadap tiga horisontal. Talang lebih panjang lebih dari 6 meter dan talang yang tidak memenuhi persyaratan kemiringan dapat digunakan asalkan dicurahkan ke kereta dorong sebelum didistribusikan ke bekisting.

**5.3.2.3.c** Gunakan peralatan pompa yang memiliki kapasitas yang cukup sehingga:

- Tidak terjadi pengikatan awal pada beton yang dicor lebih dulu sebelum pengecoran beton yang berikutnya;
- Beton yang dicurahkan dengan dipompa tidak mengakibatkan segregasi; dan
- Campuran beton yang telah diterima tidak perlu dimodifikasi, kecuali diizinkan lain.



#### 5.3.2.4 Penuangan

Sesuai pengecoran yang telah direncanakan, cor beton secara menerus dan sejarak yang praktis terhadap posisi final. Cor beton dalam satu atau beberapa lapisan. Jangan mengecor beton segar pada beton yang telah cukup mengeras karena menyebabkan pembentukan join dingin, kecuali memenuhi persyaratan join konstruksi 5.3.2.6.

Jangan mengecor beton yang mengandung material asing. Bila penyebar sementara digunakan di dalam bekisting, pindahkan penyebar setelah beton selesai dicor. Penyebar yang dibuat dari logam atau beton dapat dibiarkan tertinggal jika sebelumnya penerimaan telah diperoleh. Jangan mencor beton di atas kolom atau dinding sampai beton pada kolom dan dinding telah mencapai akhir pengikatan. Jangan kerjakan beton tidak sesuai prosedur karena akan menyebabkan segregasi. Cor beton untuk balok, gelagar, konsol pendek, kepala kolom, *voute*, dan drop panel pada saat yang sama dengan beton *slab* yang berdekatan. Bila pengecoran di bawah permukaan air disyaratkan atau diizinkan, cor beton dengan metode yang dapat diterima. Cor beton segar sehingga beton masuk ke massa beton yang dicor sebelumnya, memindahkan air dengan gangguan minimum dari permukaan beton.

#### 5.3.2.5 Pemadatan

Kecuali disyaratkan lain, padatkan beton dengan vibrator. Padatkan beton di sekitar tulangan, item tertanam dan ke sudut-sudut bekisting untuk menghilangkan sarang tawon atau bidang-bidang lemah akibat rongga udara dan kantong-kantong batu. Kecuali disyaratkan lain, gunakan penggetar internal yang terbesar dan paling kuat untuk memadatkan beton. Gunakan penggetar tipe perendaman dengan kepala non-logam saat memadatkan beton di sekitar tulangan yang dilapis epoksi. Pekerja harus berpengalaman dalam menggunakan penggetar. Jangan menggunakan penggetar untuk memindahkan beton yang ada di dalam bekisting. Jarak dari sisipan penggetar tipe perendaman tidak boleh melebihi  $1\frac{1}{2}$  kali radius daerah pengaruh getaran yang di dalam beton yang sedang dipadatkan.

#### 5.3.2.6 Join konstruksi

Tempatkan join konstruksi sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak atau yang diterima sesuai dengan 5.1.2.3.a. Join konstruksi yang dibentuk harus sesuai persyaratan 2.2.2.5. Join konstruksi harus dibersihkan secara menyeluruh dan basahi join konstruksi sebelum pengecoran beton segar. Bila diperlukan lekatan, gunakan salah satu metode berikut:

- Gunakan bahan pelekat yang dapat diterima digunakan sesuai dengan rekomendasi pabrik;
- Gunakan *retarder* permukaan yang dapat diterima sesuai dengan rekomendasi pabrik;
- Kasarkan permukaan dengan cara-cara yang dapat diterima yang mengekspos keseragaman agregat dan tidak meninggalkan buih beton, partikel-partikel agregat yang lepas, atau merusak beton di permukaan; dan
- Gunakan grout semen portland dengan proporsi yang sama dengan mortar dalam beton dengan cara yang dapat diterima.



### 5.3.3 *Finishing* permukaan beton

#### 5.3.3.1 Umum

Setelah bekisting dibongkar, kerjakan pada setiap permukaan beton satu atau lebih cara *finishing* yang dijelaskan dalam 5.3.3.2, 5.3.3.3, atau 5.3.3.4. Bila dokumen kontrak tidak mensyaratkan suatu *finishing* tertentu, *finishing* permukaan harus sesuai dengan yang disyaratkan oleh 5.3.3.5.

#### 5.3.3.2 Cocokkan sampel *finishing*

Apabila *finishing* disyaratkan oleh dokumen kontrak kepada kontraktor adalah harus cocok dengan suatu panel sampel *finishing*, reproduksi *mockup* dari sampel *finishing* di atas luasan minimal 9 m<sup>2</sup> di lokasi yang ditunjuk oleh perencana/penanggung jawab struktur. Lindungi *mockup* dari kerusakan selama masa proyek. Peroleh penerimaan sesuai dengan sampel *finishing* tersebut sebelum melanjutkan pekerjaan di lokasi-lokasi yang ditetapkan.

#### 5.3.3.3 *Finishing* permukaan cor

Gunakan material permukaan bekisting yang sesuai persyaratan 2.2.1.1. Kerjakan *finishing* permukaan hasil dicor sesuai dengan dokumen kontrak dan 5.3.3.3.a sampai 5.3.3.3.c.

##### 5.3.3.3.a *Finishing* permukaan 1,0 (SF 1,0)

- Tidak ada material permukaan bekisting yang disyaratkan;
- Tambal rongga yang lebih besar dari 40 mm lebarnya atau 13 mm dalamnya;
- Hilangkan tonjolan yang lebih besar dari 25 mm;
- Lubang-lubang pengikat tidak perlu ditambah;
- Toleransi permukaan Kelas D sesuai yang disyaratkan ACI 117M; dan
- *Mockup* tidak diperlukan.

##### 5.3.3.3.b *Finishing* permukaan 2,0 (SF 2,0)

- Tambal rongga yang lebih besar dari 20 mm lebarnya atau 13 mm dalamnya;
- Hilangkan tonjolan yang lebih besar dari 6 mm;
- Tambal lubang-lubang pengikat;
- Toleransi permukaan Kelas B sesuai yang disyaratkan ACI 117M; dan
- Kecuali disyaratkan lain, siapkan *mockup* tampilan dan tekstur permukaan beton.

##### 5.3.3.3.c *Finishing* permukaan 3,0 (SF 3,0)

- Tambal rongga yang lebih besar dari 20 mm lebarnya atau 13 mm dalamnya;
- Hilangkan tonjolan yang lebih besar dari 3 mm;
- Tambal lubang-lubang pengikat;
- Toleransi permukaan Kelas A sesuai yang disyaratkan ACI 117M; dan
- Siapkan *mockup* tampilan dan tekstur permukaan beton.

#### 5.3.3.4 *Finishing* gosok

Bongkar bekisting sedini yang diizinkan oleh 2.3.2 dan lakukan perbaikan dan penambalan yang diperlukan. Hasilkan salah satu *finishing* yang sesuai 5.3.3.4.a sampai 5.3.3.4.c pada beton yang disyaratkan untuk mencapai SF 2.0.



#### 5.3.3.4.a *Finishing* digosok halus

Apabila disyaratkan, kerjakan *finishing* permukaan beton selambat-lambatnya pada hari berikutnya dari pembongkaran bekisting. Basahi permukaan dan gosok dengan amplas misalnya batu carborundum atau abrasif lainnya sampai warna dan tekstur yang dihasilkan seragam. Apabila tidak cukup banyak pasta semen dapat dilepas dari beton tersebut dengan proses penggosokan, gunakan semacam grout yang dibuat dengan material sementisius dari sumber yang sama seperti yang digunakan untuk beton yang dicor di tempat.

#### 5.3.3.4.b *Finishing* gosok pembersih grout

Apabila disyaratkan, awali operasi pembersihan setelah permukaan yang bersebelahan diselesaikan dan dapat diakses. Jangan membersihkan permukaan ketika pekerjaan tengah berlangsung. Basahi permukaan dan, kecuali disyaratkan lain, gunakan grout yang terdiri dari volume: 1 bagian semen portland dan 1 ½ bagian pasir sesuai persyaratan ASTM C144 atau ASTM C404, dengan air yang cukup untuk menghasilkan konsistensi lapisan tebal. Gosok grout masuk ke rongga-rongga dan bersihkan kelebihan grout.

#### 5.3.3.4.c *Finishing* dengan roskam kayu

Apabila disyaratkan, bongkar pengikat, tonjolan-tonjolan dan sirip. Basahi permukaan dan, kecuali disyaratkan lain, gunakan grout kaku dari satu bagian semen portland dan satu bagian pasir sesuai persyaratan ASTM C144 atau ASTM C404, untuk mengisi rongga-rongga. Gunakan air secukupnya untuk menghasilkan konsistensi yang kaku. Tekan grout masuk ke rongga-rongga. Selesaikan *finishing* dengan roskam kayu, menggunakan gerakan berputar-putar.

#### 5.3.3.5 *Finishing* permukaan cor yang tidak disyaratkan

Kecuali disyaratkan lain, gunakan *finishing* berikut untuk permukaan beton:

- SF 1,0 pada permukaan beton yang tidak terekspos untuk dilihat; dan
- SF 2,0 pada permukaan beton yang terekspos untuk dilihat.

#### 5.3.3.6 *Finishing* arsitektural

Untuk menghasilkan *finishing* arsitektural termasuk *finishing* bertekstur khusus, *finishing* agregat yang diekspos dan *finishing* peralihan agregat sesuai dengan Pasal 6.

### 5.3.4 Penyelesaian permukaan yang tidak dibentuk

#### 5.3.4.1 Pengecoran

Gunakan pekerja *finishing* berkualitas yang dapat diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, minimal satu pekerja *finishing* atau pengawas *finishing* harus memiliki sertifikat keahlian sebagai teknisi *finishing flatwork* beton atau setara.

#### 5.3.4.2 *Finishing* dan toleransi

##### 5.3.4.2.a *Finishing* kasar

Cor, padatkan, potong, dan ratakan beton, hilangkan tonjolan dan cekungan. Sebelum pengikatan akhir, kasarkan permukaan dengan sikat kaku atau garpu. Hasilkan *finishing* sesuai toleransi ACI 117M untuk permukaan konvensional.



#### 5.3.4.2.b *Finishing* dengan roskam

Cor, padatkan, potong, dan ratakan beton; potong tonjolan-tonjolan dan isi cekungan-cekungan. Jangan kerjakan beton lebih lanjut sampai siap untuk diroskam. Mulailah *finishing* dengan roskam manual, bilah roskam apung mesin dilengkapi dengan sepatu roskam, atau keping roskam listrik ketika kemilau air *bliding* telah menghilang dan permukaan telah cukup kaku untuk memungkinkan pengoperasian alat roskam khusus. Kecuali disyaratkan lain, hasilkan *finishing* yang memenuhi persyaratan toleransi ACI 117M untuk permukaan konvensional. Segera ulangi roskam pada slab untuk mendapatkan tekstur seragam.

#### 5.3.4.2.c *Finishing* trowel

Roskam permukaan beton, kemudian *trowel* permukaan tersebut. Kecuali disyaratkan lain, toleransi untuk lantai beton harus untuk permukaan konvensional sesuai dengan ACI 117M. Dilarang menambahkan air ke permukaan selama *finishing*.

#### 5.3.4.2.d *Finishing* sapu atau *finishing* belt

Segera setelah beton di-*finishing* dengan roskam, kerjakan tekstur kasar permukaan beton dengan menarik sapu melintas di permukaan atau *burlap belt* di permukaan.

#### 5.3.4.2.e *Finishing* getar kering

Apabila disyaratkan dalam dokumen kontrak, campur agregat logam atau mineral dengan semen portland dalam proporsi sesuai dengan rekomendasi dari produsen agregat, atau gunakan material yang sudah dicampur dalam kantong-kantong yang direkomendasikan oleh produsen bila disyaratkan dalam dokumen kontrak. Pelaksanaan *finishing* tidak boleh menutup permukaan beton sebelum *bliding* berakhir untuk meminimalkan potensi delaminasi atau timbulnya gelembung. Permukaan beton difinis roskam dan lakukan aplikasi awal material kering dengan kecepatan kira-kira 2/3 dari yang direkomendasikan produsen dengan metode yang menjamin tidak akan terjadi segregasi. Setelah aplikasi pertama roskam, *bliding* tambahan diperlukan sebelum mengaplikasikan sisanya. Untuk menghindari delaminasi permukaan akibat ketidakmampuan mengintegrasikan material memasuki permukaan *slab*, jangan gunakan material kering tambahan sampai muncul air *bliding*. Aplikasikan sisa campuran material kering pada sudut yang tepat dengan aplikasi pertama dan bila perlu untuk memberikan ketebalan minimum yang disyaratkan. Mulai roskam akhir dan segera *finishing* setelah aplikasi campuran kering. Setelah material yang dipilih tertanam oleh dua roskam, selesaikan proses dengan disapu, diroskam, atau *finishing* dengan *trowel*, sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

#### 5.3.4.2.f *Topping* beban berat untuk slab dua lapis

Untuk campuran *topping* beban berat, gunakan material dan metode yang disyaratkan dalam dokumen kontrak. Cor dan konsolidasikan beton untuk *slab* dasar, dan beton pelapis dengan ketebalan yang disyaratkan di bawah bagian atas permukaan jadi.

*Topping* yang dicor pada hari yang sama dengan *slab* dasar harus dicor segera setelah air *bliding* dalam *slab* dasar menghilang dan permukaan mampu mendukung orang tanpa lekukan yang cukup dalam.

Bila pengecoran *topping* harus ditunda, siapkan permukaan untuk memastikan lekatan antara *slab* dasar dan *topping*. Rawat basah *slab* dasar secara menerus selama minimal 3 hari. Sebelum mengecor *topping*, bersihkan permukaan *slab* dasar secara menyeluruh dari kotoran, mortar yang lepas, atau agregat. Basahi permukaan, tinggalkan dalam kondisi bebas dari genangan air. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, segera sebelum mengecor



*topping*, lapis permukaan *slab* dengan lapisan grout perekat yang dibuat dari volume curah yang sama dari semen dan pasir sesuai persyaratan ASTM C144 atau ASTM C404 dengan air secukupnya untuk membuat campuran krim. Jangan biarkan grout mengalami pengikatan atau kering sebelum *topping* dicor. Material untuk lekatan selain grout semen boleh digunakan dengan persetujuan sebelumnya. Sebarkan, konsolidasikan, kompakkan, dan roskam campuran *topping*. Periksa kerataan permukaan dan selesaikan pekerjaan dengan meroskam, *trowel*, atau *finishing* sapu sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

#### 5.3.4.2.g *Topping* untuk *slab* dua lapis tidak dimaksudkan untuk melayani beban berat

Persiapan *slab* dasar, pemilihan material *topping*, pencampuran, pengecoran, pengkonsolidasian dan operasi *finishing* harus sesuai yang disyaratkan dalam 5.3.4.2.f, kecuali bahwa agregat tidak perlu dipilih untuk ketahanan khusus terhadap aus.

#### 5.3.4.2.h *Finishing* anti-slip

Apabila disyaratkan *finishing* anti-slip, lakukan pada permukaan *finishing* sapu atau *finishing belt* atau aplikasi getar-kering dengan aluminium oksida dihancurkan atau partikel abrasif lain, sesuai disyaratkan dalam dokumen kontrak. Laju aplikasi tidak boleh kurang dari 1,2 kg/m<sup>2</sup>.

#### 5.3.4.2.i *Finishing* agregat diekspos

Segara setelah permukaan beton diratakan sesuai toleransi ACI 117M untuk permukaan beton konvensional dan kemilau air blinding sudah tidak tampak lagi, sebar agregat dengan warna dan ukuran sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak secara merata di atas permukaan untuk mencapai kedalaman yang cukup sampai kedalaman satu batu. Tepuk agregat dengan ringan agar tertanam ke dalam permukaan. Roskam permukaan sampai batu yang tertanam sepenuhnya dilapisi dengan mortar dan permukaan telah di-*finishing* sesuai toleransi ACI 117M untuk permukaan beton konvensional. Setelah matriks cukup mengeras untuk mencegah perpindahan partikel agregat kasar, berikan air minimum yang diperlukan dan sikat permukaan dengan sikat berbulu halus untuk mengekspos agregat tanpa harus mengeluarkannya. Bila disyaratkan atau diizinkan, gunakan retarder permukaan dengan cara disemprotkan pada permukaan beton segar yang diroskam untuk memperpanjang waktu mengerjakan agregat dalam kondisi terekspos.

#### 5.3.4.2.j *Finishing* yang tidak disyaratkan

Apabila tipe *finishing* tidak disyaratkan dalam dokumen kontrak, gunakan salah satu *finishing* berikut dan toleransi yang berkaitan:

- *Finishing* gores – Untuk permukaan yang dimaksudkan untuk menerima campuran sementisius lekat;
- *Finishing* roskam – Untuk jalan kaki, jalan raya, jalan setapak, jalan landai, dan untuk permukaan-permukaan yang dimaksudkan untuk menerima *waterproofing*, atap, isolasi, dan teraso beralas pasir; dan
- *Finishing trowel* – Untuk lantai yang dimaksudkan sebagai permukaan jalan kaki, lantai pabrik, gudang dan area pergudangan, atau untuk lantai yang akan diberi penutup lantai.

#### 5.3.4.3 Pengukuran toleransi untuk *slab*

5.3.4.3.a Ukur *slab* untuk lantai tergantung dan *slab* di atas tanah untuk memverifikasi kesesuaian dengan persyaratan toleransi ACI 117M seperti yang disyaratkan dalam



5.3.4.2.a sampai 5.3.4.2.c. Ukur toleransi *finishing* lantai dalam waktu 72 jam setelah *finishing* slab dan sebelum membongkar pendukung atau pengangga bekisting.

**5.3.4.3.b** Kecuali disyaratkan lain, untuk instalasi lantai 900 m<sup>2</sup> atau kurang pada luas total proyek, ukur toleransi *finishing* lantai sesuai dengan "metode sejajar 3 m" dalam ACI 117M. Ukur toleransi *finishing* lantai dalam waktu 72 jam setelah *finishing* slab dan sebelum melepas pendukung dan penopang bekisting.

**5.3.4.3.c** Kecuali disyaratkan lain, untuk instalasi lantai melebihi 900 m<sup>2</sup> dalam luas total proyek, ukur toleransi *finishing* lantai sesuai dengan ASTM E1155 dan sistem nomor F dalam ACI 117M.

### 5.3.5 Join gergaji (*sawed joints*)

Apabila join berbentuk gergaji disyaratkan atau diijinkan, mulai pembentukan gergaji segera setelah beton mencapai kekuatan yang cukup untuk mencegah lepasnya partikel agregat kasar. Gergaji slot secara menerus sampai kedalaman seperempat ketebalan *slab* tetapi tidak kurang dari 25 mm. Selesaikan menggergaji dalam waktu 12 jam, setelah pengecoran. Bila diusulkan metode alternatif, waktu, atau kedalaman untuk pembentukan gergaji, serahkan rencana prosedur terinci untuk penerimaan.

### 5.3.6 Perawatan dan proteksi

#### 5.3.6.1 Perawatan

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, rawat beton sesuai dengan 5.3.6.2 atau 5.3.6.3 selama minimal 7 hari setelah pengecoran. Kecuali disyaratkan lain, rawat beton kekuatan awal tinggi selama minimal 3 hari setelah pengecoran. Bila diizinkan, dan bila durasi perawatan adalah untuk mencapai tingkat kekuatan yang disyaratkan di lapangan, pengukuran retensi kelembaban dapat dihentikan bila salah satu dari kondisi berikut telah dipenuhi, kecuali disyaratkan lain.

- (a) Pengujian minimal dua silinder (150 x 300) mm atau minimal tiga silinder (100 x 200) mm, yang telah dirawat di lapangan sesuai ASTM C31/C31M, menunjukkan kekuatan tekan minimal 70% dari  $f'_c$  ketika diuji sesuai ASTM C39/C39M;
- (b) Kekuatan tekan silinder yang dirawat di laboratorium, mewakili beton di lapangan, melebihi 85%  $f'_c$ , asalkan selama perawatan di lapangan, temperatur beton dipertahankan pada temperatur 10 °C atau lebih tinggi; dan
- (c) Kekuatan beton mencapai  $f'_c$  seperti ditentukan oleh metode uji beton dicor di tempat yang diterima sesuai persyaratan 2.3.4.2.

Apabila salah satu prosedur perawatan dalam 5.3.6.4 pada awalnya digunakan, prosedur perawatan dapat diganti dengan salah satu prosedur lain setelah beton berumur lebih tua 1 hari, asalkan beton tidak diizinkan menjadi kering permukaan. Gunakan prosedur perawatan 5.3.6.4 yang memasok air tambahan selama seluruh periode perawatan beton yang mengandung *silica fume* dan bila disyaratkan dalam dokumen kontrak.

#### 5.3.6.2 Permukaan beton yang tidak dicetak

Terapkan salah satu prosedur dalam 5.3.6.4 setelah pengecoran dan *finishing* permukaan beton yang tidak kontak dengan bekisting.



### 5.3.6.3 Permukaan beton yang dicetak

Jaga bekisting kayu yang menyerap tetap basah sampai dibongkar. Setelah pembongkaran bekisting, rawat beton dengan salah satu metode di 5.3.6.4.

### 5.3.6.4 Metode perawatan

Setelah pengecoran dan *finishing*, sediakan atau pertahankan kelembaban dalam beton. Kecuali disyaratkan lain, gunakan salah satu atau lebih dari metode berikut:

- (a) Penggenangan, kena kabut secara menerus atau pemercikan secara menerus;
- (b) Penggunaan karung atau kain yang dijaga terus menerus basah;
- (c) Aplikasi uap secara menerus (di bawah 66 °C);
- (d) Aplikasi material lembaran sesuai ASTM C 171;
- (e) Penerapan kompon perawatan sesuai ASTM C309 atau C1315. Aplikasikan kompon sesuai rekomendasi produsen segera setelah kemilau air tidak tampak dari permukaan beton dan setelah pekerjaan *finishing*. Laju aplikasi tidak boleh kurang dari 0,2 L/m<sup>2</sup> untuk setiap lapisan. Untuk permukaan kasar, seperti yang disyaratkan dalam 5.3.4.2.a dan 5.3.4.2.d, gunakan kompon perawatan dalam dua aplikasi di sudut kanan satu sama lain. Jangan gunakan kompon perawatan pada permukaan yang beton atau material lain akan melekat, kecuali kompon perawatan tidak akan menghalangi lekatan atau kecuali langkah-langkah yang harus diambil benar-benar menghilangkan kompon perawatan dari area yang menerima aplikasi lekatan; dan
- (f) Penerapan metode perawatan lain yang dapat diterima.

### 5.3.6.5 Proteksi

Segera setelah pengecoran, lindungi beton dari pengeringan dini atau temperatur yang terlalu panas atau dingin, dan dari kerusakan mekanik.

Jaga, lindungi beton guna mencegah pembekuan beton dan pastikan pengembangan kekuatan yang disyaratkan untuk keamanan struktural. Hapus proteksi sehingga penurunan maksimum temperatur diukur pada permukaan beton dalam periode 24 jam tidak akan melebihi berikut ini:

- 28 °C untuk penampang kurang dari 300 mm dalam dimensi terkecil;
- 22 °C untuk penampang dari 300 mm sampai 900 mm dalam dimensi terkecil;
- 17 °C untuk penampang 900 mm sampai 1 800 mm dalam dimensi terkecil; dan
- 11 °C untuk penampang yang lebih besar dari 1 800 mm dalam dimensi terkecil.

Ukur temperatur beton menggunakan metode yang dapat diterima perencana/penanggung jawab struktur, dan catat temperatur beton. Bila temperatur permukaan beton adalah dalam rentang 11 °C dari temperatur lingkungan atau sekitarnya, proteksi pengukuran dapat dihilangkan.

### 5.3.7 Perbaikan cacat permukaan

#### 5.3.7.1 Umum

Perbaiki lubang pengikat dan cacat permukaan lainnya, segera setelah pembongkaran bekisting, seperti didefinisikan dalam dokumen kontrak, kecuali diizinkan lain. Bila



permukaan beton akan diberi tekstur dengan *sandblasting* atau menggunakan palu, perbaiki cacat-cacat permukaan sebelum tekstur dibuat.

#### 5.3.7.2 Perbaiki lubang pengikat

Sumbat lubang pengikat kecuali bila digunakan pengikat dari baja tahan karat, pengikat tahan korosi, atau pengikat dilapisi yang disetujui. Bila digunakan mortar penambal dari semen Portland yang sesuai dengan 5.3.7.4 untuk menambal, bersihkan dan basahi lubang pengikat sebelum menerapkan mortar tersebut. Bila material lain yang digunakan, terapkan material tersebut sesuai dengan rekomendasi pabrik.

**5.3.7.3** Perbaiki cacat permukaan selain lubang pengikat, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, dengan membatasi beton sarang tawon atau cacat lain sesuai yang didefinisikan dalam dokumen kontrak dengan memotong sedalam 13 mm sampai 20 mm dan bongkarkan beton sampai mencapai beton yang bagus. Bila pengupasan diperlukan, tinggalkan tepi yang dikupas tegak lurus dengan permukaan atau dikupas ke bawah sedikit. Tepi jangan tidak rata. Basahi permukaan yang akan ditambal ditambah 150 mm disekeliling area yang akan ditambal. Siapkan mantel *scrub* sesuai 5.2.1.6. Sikat baik-baik mantel *scrub* ke permukaan. Bila lapisan *scrub* mulai kehilangan kilauan air, oleskan mortar penambal yang disiapkan sesuai 5.3.7.4, dan padatkan mortar di tempatnya sebaik-baiknya. Kupas mortar yang berlebihan, tinggalkan tambalan sedikit lebih tinggi dari permukaan sekitarnya untuk mengkompensasi penyusutan. Biarkan tambalan tidak terganggu selama satu jam sebelum *finishing*. Jaga tambalan tetap lembab selama 7 hari.

#### 5.3.7.4 Mortar perbaikan dari semen Portland yang diaduk di lokasi pekerjaan

Campur mortar untuk perbaikan menggunakan material yang sama seperti beton yang akan ditambalkan tanpa agregat kasar. Untuk perbaikan pada beton terekspos, buat *batch* coba dan periksa kompatibilitas warna material perbaikan dengan beton sekitarnya. Bila warna perbaikan terlalu gelap, substitusikan satu bagian semen portland putih dengan satu bagian semen abu-abu untuk menghasilkan warna yang paling cocok dengan beton di sekitarnya. Gunakan mortar perbaikan konsistensi kaku dengan air pencampur tidak lebih dari yang dibutuhkan untuk penanganan dan penempatan. Campur mortar perbaikan dan sering gerakkan mortar dengan sendok semen tanpa menambah air.

#### 5.3.7.5 Material perbaikan selain dari mortar semen portland yang diaduk di situs

Gunakan material perbaikan sesuai dengan rekomendasi pabrik atau sesuai yang dapat diterima oleh perencanaan/penanggung jawab struktur.

#### 5.3.7.6 Pembersihan noda, karat, *efflorecens*, dan endapan permukaan

Gunakan metode yang dapat diterima untuk menghilangkan noda, karat, *efflorecens*, dan endapan permukaan yang dianggap dapat ditolak oleh perencanaan/penanggung jawab struktur.

## 6 Beton arsitektural

### 6.1 Umum

#### 6.1.1 Deskripsi

##### 6.1.1.1 Lingkup



Pasal ini mencakup konstruksi beton arsitektural sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak.

#### 6.1.1.2 Koordinasi

Lakukan koordinasi antara pekerjaan ini dan karya perdagangan lainnya, dan pekerjaan beton lainnya pada struktur. Integrasikan pekerjaan ini ke dalam struktur.

#### 6.1.1.3 Persyaratan umum

Beton arsitektural harus sesuai dengan Pasal 1 sampai Pasal 5, kecuali disyaratkan lain dalam dokumen kontrak atau pasal ini.

### 6.1.2 Penyerahan

#### 6.1.2.1 Gambar dan data

Serahkan gambar kerja mengenai bekisting beton arsitektural, termasuk bekisting untuk *mockup* lapangan. Perlihatkan join permukaan panel-panel; lokasi-lokasi dan detail-detail pengikat bekisting dan relung-relung; dan detail-detail join, angkur, dan aksesoris lainnya.

6.1.2.2 Serahkan data yang disyaratkan dalam 6.1.2.2.a sampai 6.1.2.2.e.

##### 6.1.2.2.a *Mockup* lapangan

Minta lokasi untuk *mockup* lapangan, apabila disyaratkan.

##### 6.1.2.2.b *Finishing* agregat terekspos

Serahkan sampel *finishing* agregat terekspos.

##### 6.1.2.2.c Permukaan bekisting, pelapis bekisting, dan cetakan

Serahkan data teknis dan sampel.

##### 6.1.2.2.d Pita kompresibel

Serahkan data teknis dan sampel.

##### 6.1.2.2.e Dempul join bekisting

Serahkan data teknis dan sampel.

#### 6.1.2.3 Sebelum kaji ulang dan penerimaan pengajuan

Jangan memulai pekerjaan berdasarkan pasal ini sampai yang diusulkan diterima dan *mockup* lapangan lengkap telah dikaji ulang dan diterima. Jangan membangun bekisting atau mengecor beton sampai rencana yang diajukan untuk penakaran, pencampuran, pengecoran, perawatan dan metode yang diusulkan yang memproduksi *finishing* agregat terekspos diterima.

#### 6.1.2.4 Rencana pembuangan limbah air pencuci

Apabila disyaratkan, serahkan rencana untuk pembuangan limbah air pencuci yang dihasilkan dari pencucian permukaan beton.



### 6.1.3 Pengendalian mutu

#### 6.1.3.1 Teknisi spesialis produsen

Apabila diperlukan, sediakan teknisi spesialis produsen untuk memeriksa dan menginstal langsung sistem yang dipasok dan produk-produk.

#### 6.1.3.2 Konferensi prakonstruksi

Apabila diperlukan, jadwalkan konferensi prakonstruksi untuk mengkaji prosedur pengiriman, pemasangan dan penerimaan untuk beton arsitektural.

#### 6.1.3.3 Standar Referensi Beton Struktural

Apabila disyaratkan dalam Dokumen Kontrak, kualitas permukaan dan penampilan harus sesuai sampel referensi atau bagian dari struktur yang ada yang ditunjuk sebagai standar referensi beton arsitektural oleh pemilik.

#### 6.1.3.4 *Mockup* lapangan

**6.1.3.4.a** Bila disyaratkan, konstruksikan *mockup* lapangan dengan menggunakan prosedur, peralatan, dan bahan-bahan yang sama yang akan digunakan untuk produksi beton arsitektural cor di tempat. *Mockup* lapangan harus digunakan sebagai sampel kualitas yang dapat diterima dari produk jadi. Konstruksikan *mockup* lapangan di lokasi yang dapat disetujui di lokasi pekerjaan. Sediakan daerah perbaikan simulasi untuk memastikan prosedur perbaikan yang dapat diterima. Prosedur perbaikan harus cocok untuk menghasilkan warna dan tekstur pembandingan yang dapat diterima. Jaga dan lindungi *mockup* sampai penerimaan akhir beton arsitektural.

**6.1.3.4.b** Untuk dinding, termasuk join vertikal, join horisontal, dan join *rustication*. Demonstrasikan metode perbaikan, perawatan, eksposur agregat, *sealers*, dan pelapisan. Konstruksikan *mockup* untuk menyertakan minimal dua lift yang memiliki ketinggian yang direncanakan untuk pengecoran beton arsitektural.

**6.1.3.4.c** Untuk *flatwork*, konstruksikan minimal 3 m x 3 m *mockup* untuk pemeriksaan dan penerimaan dengan menggunakan material yang sama dan prosedur rinci untuk beton arsitektural.

#### 6.1.3.5 Kualifikasi personil kontraktor

Pekerjakan pemimpin proyek dan subkontraktor bekisting dan subkontraktor beton yang telah memiliki pengalaman dalam membangun beton arsitektural.



#### 6.1.3.6 Laporan

**6.1.3.6.a** Jaga catatan penempatan beton. Catatan tanggal, lokasi, dan jumlah pengecoran beton, temperatur udara, kondisi cuaca, dan bahan sampel. Jaga dokumen tanda terima pengiriman beton arsitektural.

**6.1.3.6.b** Laporkan dan serahkan usulan perubahan dari prosedur dan bahan yang digunakan dalam *mockup* lapangan yang asli. Setelah penerimaan usulan perubahan, konstruksikan *mockup* lapangan lain dengan material dan prosedur yang baru untuk penerimaan sebelum mengkonstruksikan beton arsitektural. Konstruksikan dengan material baru untuk meminimalkan perbedaan dengan beton arsitektural yang telah dicor sebelumnya.

#### 6.1.3.7 Penerimaan berkala

Kegagalan beton arsitektural yang telah selesai untuk memperoleh penerimaan selama pengamatan periodik memerlukan pengajuan dari metode yang telah direvisi untuk memproduksi beton yang dapat diterima. Usulkan revisi metode konstruksi untuk membuat Pekerjaan diterima sebelum melanjutkan dengan konstruksi beton arsitektural berikutnya.

#### 6.1.4 Pengiriman, penyimpanan, dan penanganan produk

##### 6.1.4.1 Bekisting

Simpan bekisting baja secara horisontal dan ditumpu penuh. Simpan bekisting dilapis plastik dan *liners* secara horisontal dan diberi penutup. Bersihkan bekisting setelah digunakan dan buang bekisting yang rusak.

**6.1.4.2** Kirim material ke lokasi pekerjaan dalam kontainer asli pabrik.

**6.1.4.3** Simpan material di lokasi yang bersih dan kering. Jaga penyimpanan sesuai metode dan temperatur yang disyaratkan oleh pabrik.

#### 6.2 Produk

##### 6.2.1 Material

###### 6.2.1.1 Semen

Semen harus sesuai dengan Pasal 4. Pergunakan semen dari satu sumber, tipe dan merek yang sama untuk beton struktural. Pastikan kecukupan pasokan semen khusus yang disyaratkan untuk konstruksi beton arsitektural.

###### 6.2.1.2 Air

**6.2.1.2.a** Kecuali disyaratkan lain, air pencampur beton harus air yang dapat diminum, harus sesuai dengan SNI 7974:2013, dan harus bebas dari minyak atau kotoran yang mampu menodai permukaan beton.

**6.2.1.2.b** Air untuk *waterblasting* dan air pembersih harus bebas dari minyak atau kotoran yang mampu menodai permukaan beton.



### 6.2.1.3 Agregat

Agregat harus sesuai dengan persyaratan Pasal 4. Gunakan agregat khusus bila disyaratkan dalam dokumen kontrak.

**6.2.1.3.a** Agregat untuk beton arsitektural harus seperti yang disyaratkan dalam dokumen kontrak dan harus sesuai dengan *mockup* yang dapat diterima. Pastikan kecukupan pasokan.

### 6.2.1.4 Bahan campuran tambahan

Jangan gunakan kalsium klorida pada campuran beton arsitektural.

### 6.2.1.5 Beton

**6.2.1.5.a** Beton harus sesuai warna dan *finishing* dari standar referensi arsitektural dan *mockup* lapangan yang diterima.

**6.2.1.5.b** Gunakan metode perawatan dan material-material sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak dan digunakan untuk memproduksi *mockup* lapangan yang diterima.

### 6.2.1.6 Penulangan, penumpu penulangan, penjaga jarak dan kawat pengikat

**6.2.1.6.a** Gunakan penjaga jarak dan kawat tumpuan penulanganyang tak dapat berkarat, *stainless steel*, plastik, atau dilapisi plastik dekat permukaan beton ekspos. Jangan gunakan produk dilapisi plastik bila pasta semen akan dibersihkan untuk mengekspos agregat.

**6.2.1.6.b** Gunakan kawat pengikat yang dilapisi plastik untuk penulangan yang dilapisi epoksi. Gunakan kawat pengikat baja tahan karat atau dilapisi plastik untuk mengamankan penulangan lainnya.

**6.2.1.6.c** Jangan menggunakan penulangan yang digalvanis atau penumpu tulangan yang digalvanis untuk beton arsitektural.

### 6.2.1.7 Bekisting

**6.2.1.7.a** Kecuali disyaratkan lain, bekisting harus dibalut dengan kayu lapis yang memiliki densitas tinggi atau permukaan bekisting lain yang tidak menyerap air.

### 6.2.1.8 Pengikat bekisting

**6.2.1.8.a** Sediakan diameter kerucut tertentu untuk pengikat bekisting.

**6.2.1.8.b** Ring baja tidak boleh digunakan dengan pengikat *snap* untuk beton arsitektural.

### 6.2.1.9 Rustikasi

Apabila disyaratkan dalam dokumen kontrak, sediakan lokasi, ukuran, dan jarak rustikasi dan membuka strip. Rustikasi atau membuka strip harus bebas air serapan dan kekakuan yang cukup untuk menjaga alinemen selama pengecoran beton. Pabrikasi strip metal dari metal yang sama seperti metal permukaan bekisting.

### 6.2.1.10 Bahan pelepas cetakan

Gunakan bahan pelepas cetakan yang diterima untuk *mockup* lapangan.



#### 6.2.1.11 Serba aneka

##### 6.2.1.11.a Pita kompresibel

Gunakan pita kompresibel yang diterima untuk *mockup* lapangan.

##### 6.2.1.11.b Dempul bekisting

Dempul untuk mendempul bekisting harus sesuai dengan ASTM C920, Tipe A, Kelas NS, atau ASTM C834.

##### 6.2.1.11.c Material abrasif

Apabila memungkinkan, gunakan material abrasif yang telah diuji dan diterima untuk *mockup* lapangan untuk tekstur yang disyaratkan. Pastikan pasokan yang cukup untuk menyelesaikan luas permukaan yang ditetapkan.

##### 6.2.1.11.d Retarder permukaan

Gunakan retarder permukaan yang diterima untuk *mockup* lapangan.

##### 6.2.1.11.e Asam

Gunakan asam moriatik atau asam fosfat untuk mengekspos agregat pada lokasi yang ditunjukkan pada gambar proyek.

#### 6.2.2 Kinerja dan persyaratan desain

##### 6.2.2.1 Bekisting

**6.2.2.1.a** Desain bekisting untuk menghasilkan *finishing* yang diperlukan. Batasi defleksi material permukaan antara *stud* (penahan vertikal) dan defleksi *stud* dan penahan horisontal sampai 0,0025 kali bentang bersih ( $L/400$ ).

**6.2.2.1.b** Bila disyaratkan bekisting kayu lapis alam, bersihkan grout *finishing*, *finishing* gosok halus, atau *finishing* lain yang ditentukan, permukaan beton dan garis harus sesuai dengan ACI 117M. Toleransi dengan permukaan Kelas A. Permukaan yang dihasilkan disyaratkan hanya perlu koreksi kecil untuk mencapai permukaan yang benar. Bila disyaratkan *finishing* sesuai pengecoran, konstruksikan dan pasang bekisting sedemikian sehingga tidak diperlukan koreksi dalam pekerjaan *finishing* agar cocok dengan *mockup* lapangan yang telah diterima.

**6.2.2.1.c** Apabila permukaan sesuai pengecoran, termasuk *finishing* bekisting kayu lapis alam, adalah disyaratkan, pastikan bahwa join panel sesuai dengan dokumen kontrak. Permukaan bekisting, *liner* bekisting, dan cetakan harus menghasilkan permukaan beton yang cocok dengan permukaan *mockup* lapangan yang telah diterima.

**6.2.2.1.d** Bila panel-panel untuk permukaan sesuai pengecoran dipisahkan oleh join tersembunyi atau join tekan, sediakan, dalam desain struktural bekisting, lokasi-lokasi pengikat di dalam join sehingga tambalan lubang pengikat akan berada di dalam join tersembunyi atau join tekan, kecuali disyaratkan lain.

**6.2.2.1.e** Jangan gunakan lagi bekisting dengan permukaan bekas pakai, sobek, atau cacat yang mengurangi kualitas permukaan. Bersihkan menyeluruh dengan benar dan lapisi bekisting sebelum digunakan kembali.



### 6.2.3 Penentuan proporsi campuran

Jaga warna yang ditentukan dan keseragaman warnanya. Untuk campuran beton dengan warna tertentu, gunakan material dan proporsi yang sama digunakan dalam *mockup* lapangan yang telah diterima. Untuk beton arsitektural dengan eksposur eksterior, gunakan beton gelembung udara dengan nilai *w/cm* tidak melebihi 0,45 perbandingan berat. Kadar udara harus sesuai dengan 4.2.2.4 untuk beton arsitektural dengan eksposur eksterior. Proporsikan beton untuk kekuatan tekan yang disyaratkan 35 MPa bila dicuci dengan asam, dikerjakan secara mekanis, atau perlu di *waterblast*.

## 6.3 Pelaksanaan

### 6.3.1 Persiapan

Sebelum digunakan, secara menyeluruh bersihkan dan periksa bekisting dan peralatan untuk penakaran, pencampuran, transportasi, dan pengecoran. Jangan gunakan peralatan untuk konstruksi beton lainnya selama mengerjakan beton arsitektural.

### 6.3.2 Pemasangan penulangan

Siapkan tebal selimut beton yang disyaratkan di atas penulangan dan baja tertanam yang dilapisi. Gunakan penumpu penulangan dalam jumlah yang cukup, ukuran, dan lokasi untuk mencegah perpindahan vertikal penulangan dan tercongkelnya material bekisting. Gunakan penumpu penulangan atau penjaga jarak di dinding dan kolom untuk menjaga jarak bersih antara penulangan dan permukaan beton. Bengkokan kembali dan jaga kawat pengikat dari permukaan cetakan. Sebelum pengecoran beton, bersihkan kliping kawat pengikat dari permukaan horisontal yang akan di *sandblasting* atau terekspos terhadap tampilan atau cuaca.

### 6.3.3 Penakaran, pencampuran dan pengangkutan

Kirimkan beton dalam peralatan bersih yang digunakan secara eksklusif untuk mencampur dan mengangkut beton arsitektural. Serahkan beton dengan *slump* dan proporsi seragam sehingga beton yang dihasilkan sesuai dengan *mockup* lapangan yang telah diterima.

### 6.3.4 Pengangkutan dan pengecoran

Jadwalkan kedatangan beton untuk menghindari keterlambatan dalam pengecoran. Siapkan jalur atau gang untuk pengangkutan beton, jalur untuk pompa, roda gerobak, peralatan lain yang sejenis dan lalu lintas pejalan kaki yang tidak akan menggeser penulangan atau mengganggu operasi pengecoran beton. Jangan pindahkan beton secara horisontal. Corkan beton secara menerus tanpa melampaui tingkat kecepatan pengecoran yang digunakan dalam desain bekisting.

### 6.3.5 Konsolidasi

Jangan biarkan vibrator menyentuh bekisting dari permukaan beton yang diekspos. Apabila disyaratkan *finishing* digosok halus atau yang serupa, kerjakan agregat kasar ke belakang cetakan dengan jalan menyekop atau penggetaran bekisting.



### 6.3.6 Bekisting

Ereksi bekisting sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak dan gambar kerja telah diterima. Buat join rustikasi dan *chamfers* sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak dan gambar kerja telah diterima. Aplikasikan lapisan kedap air pada rustikasi kayu atau *chamfers*. Goreskan strip kayu pada sisi belakang. Dempul join bekisting, *chamfers*, dan join rustikasi. Sediakan material alas penutup saat tonjolan rustikasi digunakan melebihi garis bekisting, dan dempul join antara strip rustikasi dan bekisting dengan dempul yang tidak menyerap air.

#### 6.3.6.1 Persiapan permukaan bekisting

**6.3.6.1.a** Gosok serat kayu alami bekisting atau bekisting kayu yang tidak dihaluskan dengan semen atau bubur kapur konsisten dengan semen yang akan digunakan untuk beton arsitektural.

**6.3.6.1.b** Dempul join bekisting dan lubang pengikat dengan pita perekat atau dengan dempul yang tidak menyerap air. Bersihkan pengikat dan baut dan lumasi dengan minyak yang tidak menimbulkan noda atau bahan untuk melepaskan bekisting sebelum setiap kali digunakan. Jaga kebersihan permukaan bekisting sampai beton dicorkan.

#### 6.3.7 Monitoring bekisting

Secara kontinu amati bekisting selama pengecoran beton. Jika ditemukan penyimpangan elevasi yang disyaratkan, alinemen, kevertikalan, atau *camber (lengkungan)*, dan bekisting menunjukkan penyelesaian yang tidak semestinya atau distorsi, hentikan pengecoran. Perbaiki bekisting yang terdampak dan lanjutkan pengecoran.

#### 6.3.8 Pembongkaran bekisting

Jadwalkan pembukaan bekisting untuk menjaga kecocokan penampilan permukaan dengan mockup lapangan yang telah diterima. Cegah kerusakan beton akibat pembongkaran bekisting. Jangan mengumpul permukaan beton. Gunakan hanya pasak kayu untuk memisahkan bekisting dari beton.

#### 6.3.9 Perbaiki lubang pengikat dan cacat permukaan

##### 6.3.9.1 Umum

Perbaiki permukaan cacat sesuai yang disyaratkan supaya cocok dengan permukaan yang berdekatan setelah permukaan arsitektural dikerjakan. Lanjutkan dengan pekerjaan perbaikan setelah pembongkaran bekisting dan *finishing* permukaan dengan menggunakan material dan metode yang diterima pada *mockup* lapangan.

##### 6.3.9.2 Daerah perbaikan

Jika *finishing* sesuai pengecoran telah ditentukan, luas total yang memerlukan perbaikan tidak boleh melebihi 0,2 m<sup>2</sup> untuk setiap 100 m<sup>2</sup> permukaan sesuai pengecoran. Perbaiki cacat dan lubang pengikat supaya cocok dengan *mockup* lapangan yang telah diterima.



### 6.3.9.3 Kecocokan warna dan tekstur

Perbaikan pada beton arsitektural sesuai pengecoran harus cocok dengan warna dan tekstur permukaan beton sekitarnya. Dengan campuran coba tentukan perbaikan yang cocok dengan beton sekitarnya bila keduanya baik beton perbaikan dan beton sekitarnya telah dirawat. Setelah pengikatan awal, kerjakan perbaikan permukaan perbaikan beton secara manual untuk mendapatkan tekstur yang cocok dengan permukaan beton sekitarnya.

### 6.3.9.4 Agregat yang diekspos

Setiap proses *finishing* yang dimaksudkan untuk mengekspos agregat di permukaan harus menunjukkan permukaan agregat di daerah yang diperbaiki. 25 mm lapisan terluar yang diperbaiki harus mengandung agregat yang sama dengan beton sekitarnya. Pada *finishing* agregat terekspos, campuran perbaikan harus mengandung agregat berwarna yang sama dengan yang telah dipilih. Setelah beton perbaikan mencapai kekuatan tekan minimum yang diperlukan oleh 6.3.10.3 untuk metode eksposur agregat, ekspos agregat bersama dengan agregat dari permukaan sekitarnya dengan proses penghapusan mortar yang sama.

### 6.3.9.5 Perawatan perbaikan

Rawat perbaikan pada permukaan beton arsitektural selama 7 hari. Perawatan sesuai dengan prosedur yang digunakan pada penerimaan *mockup* lapangan. Lindungi perbaikan dari pengeringan dini.

## 6.3.10 Finishing

*Finishing* harus memenuhi yang disyaratkan dalam 6.3.10.1 sampai 6.3.10.3 atau *finishing* lain sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

### 6.3.10.1 *Finishing* bertekstur

Apabila disyaratkan, gunakan bekisting bertekstur atau *liners* bekisting bertekstur dari plastik, kayu, atau lembaran metal. Amankan panel *liner* pada bekisting dengan disemen atau distapel. Jangan dibiarkan kelihatan di permukaan beton kepala paku, kepala skrup, atau ring. Dempul tepi-tepi panel bertekstur satu sama lain atau bagi strip untuk mencegah bliding dari pasta semen. Gunakan dempul (*sealant*) yang tidak akan menodai permukaan beton.

### 6.3.10.2 *Finishing* agregat transfer

Apabila disyaratkan, buat transfer agregat dan *finishing* khusus yang cocok dengan *mockup* lapangan yang telah diterima.

### 6.3.10.3 *Finishing* agregat yang diekspos

Apabila disyaratkan, agregat ekspos dicocokkan dengan *mockup* lapangan yang telah diterima.

#### 6.3.10.3.a Agregat yang diekspos dengan semprotan abrasif

Apabila disyaratkan, awali semprotan abrasif untuk mengekspos agregat bila beton telah memiliki kekuatan tekan minimal 14 MPa dan setelah pemindahan aman dari bekisting dan penopang. Semprot untuk mencocokkan *mockup*. Capai derajat semprotan abrasif sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak:



- Sikat – Kilau permukaan yang kusam;
- Ringan – Eksposur agregat halus;
- Medium – Eksposur agregat kasar; dan
- Berat – Agregat kasar terbuka.

Perbaiki retak-retak sebelum semprotan abrasif. Bila butiran abrasif mengandung air bebas untuk mengurangi debu, cuci puing-puing semprotan abrasif dari permukaan dinding yang sudah difinis sebelum terjadi pengeringan.

#### **6.3.10.3.b Agregat yang diekspos dengan menghapus pasta yang mengandung *retarder* pada permukaan vertikal**

Apabila disyaratkan, gunakan *retarder* permukaan yang dapat diterima. Setelah pembongkaran cetakan, buang lapisan luar dari pasta semen yang diberi *retarder* dengan menyikat secara manual, dicuci dengan air bertekanan tinggi, atau *sandblasting* ringan. Jadwalkan prosedur dan sesuaikan waktu terhadap kondisi cuaca untuk mencapai eksposur agregat yang seragam. Permukaan yang diberi *retarder* tidak boleh dibersihkan sampai beton telah mencapai kekuatan tekan minimum di tempat minimum 7 MPa.

#### **6.3.10.3.c Agregat terekspos pada permukaan horisontal dengan menghapus pasta permukaan yang menggunakan *retarder***

Apabila disyaratkan, gunakan *retarder* yang disetujui pada permukaan. Semprotkan *retarder* pada permukaan horisontal beton segar setelah konsolidasi beton, taburkan agregat arsitektural bila disyaratkan, dan *finishing* final. Terapkan *retarder* dalam dua jalur tegak lurus setelah air blinding menguap dari permukaan. Bersihkan permukaan pasta semen yang diberi bahan kimia *retarder* setelah mortar yang menahan agregat telah cukup mengikat untuk mencegah perpindahan butiran agregat.

#### **6.3.10.3.d Mencuci dengan asam**

Gunakan pencucian dengan asam untuk mengekspos agregat pada permukaan horisontal saja. Jangan mencuci dengan asam sampai beton memiliki kekuatan tekan minimal 31 MPa. Basahi beton secara menyeluruh sebelum penggunaan asam. Lanjutkan aplikasi saat menyikat atau menyemprot sampai dicapai kedalaman agregat yang kelihatan dapat diterima. Gelontor asam dan puing-puing dari permukaan beton segera setelah gelembung asam berhenti dengan mengaplikasikan air bertekanan. Lindungi material yang berdekatan, permukaan, dan *finishing* dari asam dan limbah air pencuci selama aplikasi dan pembersihan. Bila diperlukan, buang limbah air pencuci sesuai dengan rencana yang telah diajukan.

#### **6.3.10.3.e Perkakas mekanis (*bush-hammering*)**

Apabila disyaratkan, jangan gunakan perkakas mekanis sampai kekuatan tekan beton melebihi 31 MPa. *Bush-hammers* berulang digunakan sebagai perkakas harus memiliki gigi yang sama. Jaga kontrol *chip* beton, debu, dan puing-puing di setiap area kerja. Batasi migrasi material beterbangan di udara dengan menggunakan terpal, pemecah angin, dan perangkat sejenis.



### 6.3.10.3.f *Waterblast*

Apabila disyaratkan, tunda *water-blasting* permukaan vertikal sampai kekuatan tekan melebihi 31 MPa. Bila diperlukan, buang air yang digunakan untuk *waterblasting* sesuai dengan rencana yang diajukan.

### 6.3.11 Perawatan beton arsitektural

Rawat beton arsitektural sesuai dengan 5.3.6. Permukaan beton disemprot halus dengan air sebelum menerapkan perawatan kompon, dan terapkan perawatan kompon pada tingkat sesuai yang direkomendasikan produsen. Untuk metode perawatan basah, temperatur air untuk perawatan harus tidak boleh lebih dari 11 °C di bawah dari temperatur permukaan beton.

### 6.3.12 Pembersihan akhir

Lindungi permukaan beton arsitektural dari kerusakan, noda-noda, atau kontaminan dari konstruksi berikutnya. Jangan gunakan dempul atau pelapis tambahan kecuali disetujui oleh perencana/penanggung jawab struktur. Bersihkan permukaan beton sebelum diserahkan untuk penerimaan. Gunakan material pembersih dan proses-proses yang tidak mengubah warna atau tekstur permukaan beton jadi, dan bilas permukaan secara menyeluruh dengan air bersih setelah dibersihkan. Lindungi material yang berdekatan selama operasi pembersihan.

### 6.3.13 Penerimaan akhir dari beton arsitektural

Setelah menyelesaikan beton arsitektural, penerimaan akhir didasarkan pada kecocokan beton arsitektural yang dicor di tempat dengan *mockup* lapangan yang telah diterima bila dilihat pada jarak 6 m di siang hari. Pekerjaan yang cacat, termasuk daerah-daerah perbaikan yang tidak diterima, harus dibongkar dan diganti.

## 7 Beton ringan

### 7.1 Umum

#### 7.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi persyaratan untuk beton ringan. Bagian-bagian dari struktur yang harus dibuat dari beton ringan harus ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Beton ringan harus memenuhi persyaratan Pasal 1 sampai 5, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini atau dalam dokumen kontrak.

#### 7.1.2 Penyerahan

Sesuai dengan 4.1.2 dari Spesifikasi ini dan persyaratan berikut.

##### 7.1.2.1 Kondisi kelembaban agregat

Sampaikan prosedur untuk menjaga kondisi kelembaban agregat sesuai dengan 7.1.3.

##### 7.1.2.2 Densitas beton

Serahkan hasil uji densitas beton dan korelasi untuk dikaji ulang sesuai dengan ASTM C567 dan 7.2.3.1.



### 7.1.2.3 Penakaran dan pencampuran

Serahkan prosedur penakaran dan pencampuran yang berbeda dari persyaratan yang ditetapkan dalam Pasal 4.

### 7.1.2.4 Kaji ulang yang diserahkan

Dapatkan penerimaan dari perencana/penanggung jawab struktur, yaitu penyerahan yang ditetapkan sebelum pengecoran beton.

### 7.1.3 Penyimpanan dan penanganan agregat

Jaga agregat ringan pada suatu kondisi lembab sebelum penakaran untuk menjamin beton dapat dicorkan pada *slump* yang disyaratkan. Jangan menangani agregat dengan cara yang menyebabkan degradasi atau segregasi.

## 7.2 Produk

### 7.2.1 Agregat

Agregat ringan halus dan kasar harus sesuai dengan SNI 2461:2014. Agregat normal yang digunakan dalam beton ringan harus sesuai dengan 4.2.1.2.

### 7.2.2 Kinerja dan persyaratan desain

#### 7.2.2.1 Beton terekspos cuaca

Masukkan gelembung udara dalam beton ringan yang terpapar oleh pembekuan dan pencairan, cuaca buruk atau sedang, atau bahan kimia pencair es sesuai dengan 4.2.2.4.

Kadar udara harus diukur pada titik pengecoran, kecuali disyaratkan lain. Pilih proporsi campuran beton untuk beton gelembung udara untuk memberi kadar udara yang disyaratkan dan kekuatan tekan yang disyaratkan  $f'_c$ .

#### 7.2.2.2 *Slump*

Ukur *slump* sesuai dengan 4.2.2.4 pada saat pengecoran, kecuali disyaratkan lain.

### 7.2.3 Campuran

#### 7.2.3.1 Densitas

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, proporsikan campuran beton ringan untuk mencapai densitas ekuilibrium yang disyaratkan yang ditentukan dengan metode ekuilibrium yang dihitung sesuai ASTM C567. Korelasikan densitas ekuilibrium dengan densitas curah beton segar. Gunakan densitas curah beton segar sebagai dasar penerimaan selama konstruksi.

#### 7.2.3.2 Penentuan proporsi

Proporsikan campuran untuk mencapai kekuatan yang disyaratkan sesuai dengan 4.2.3.

### 7.2.4 Penakaran dan pencampuran

Penakaran dan pencampuran harus sesuai dengan 4.2.3.



#### 7.2.4.1 Metode alternatif untuk penakaran dan pencampuran

Apabila prosedur penakaran dan pencampuran berbeda dari Pasal 4, ajukan rekomendasi kepada perencana/penanggung jawab struktur untuk penerimaan.

### 7.3 Pelaksanaan

#### 7.3.1 Konsolidasi

Jangan getarkan beton ringan hingga partikel-partikel agregat mengapung ke permukaan.

#### 7.3.2 Finishing

Jangan kerjakan beton ringan sampai mortar terdorong ke bawah dan agregat ringan muncul di permukaan.

#### 7.3.3 Pengendalian mutu lapangan

##### 7.3.3.1 Densitas

Penerimaan beton ringan di lapangan harus didasarkan pada densitas curah beton segar yang diukur sesuai dengan ASTM C138/C138M. Densitas curah beton segar yang dibutuhkan harus sesuai dengan densitas ekuilibrium yang disyaratkan. Bila densitas curah beton segar bervariasi lebih dari plus atau minus 50 kg/m<sup>3</sup> dari densitas curah beton segar yang diperlukan, sesuaikan campuran sesegera kondisi yang memungkinkan untuk membawa densitas ke tingkat yang diinginkan. Jangan gunakan beton yang densitas curah beton segarnya bervariasi lebih dari plus atau minus 65 kg/m<sup>3</sup> dari densitas curah beton segar yang diperlukan.

##### 7.3.3.2 Kadar udara

Kadar udara sampel beton ringan untuk setiap uji kekuatan harus ditentukan sesuai ASTM C173/173M seperti yang disyaratkan dalam 7.2.2.1.

## 8 Beton massa

### 8.1 Umum

#### 8.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi persyaratan untuk beton massa sesuai yang ditetapkan dalam dokumen kontrak.

#### 8.1.2 Persyaratan umum

Beton massa harus memenuhi persyaratan Pasal 1 sampai Pasal 5, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini atau dalam dokumen kontrak.

Kecuali disyaratkan lain, kriteria berikut berlaku untuk pengecoran beton massa:

- Temperatur maksimum dalam beton setelah pengecoran tidak melebihi 70 °C; dan
- Perbedaan temperatur maksimum antara pusat dan permukaan pengecoran tidak boleh melebihi 19 °C.



### 8.1.3 Penyerahan

Sesuai dengan 4.1.2 dan, kecuali disyaratkan lain, serahkan rencana pengendalian termal untuk setiap pengecoran beton massa. Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, rencana pengendalian termal harus mencakup hal-hal berikut:

- Proporsi campuran beton;
- Kenaikan temperatur adiabatik beton dihitung atau diukur;
- Batas atas untuk temperatur beton pada saat pengecoran;
- Deskripsi pengukuran dan peralatan spesifik yang akan digunakan untuk memastikan temperatur maksimum pada pengecoran tidak boleh melebihi batas temperatur maksimum yang disyaratkan;
- Temperatur maksimum pada pengecoran dihitung berdasarkan kondisi yang diperkirakan pada saat pengecoran dan penggunaan peralatan yang diusulkan untuk mengendalikan temperatur;
- Deskripsi langkah-langkah dan peralatan khusus yang harus digunakan untuk memastikan perbedaan temperatur tidak akan melebihi batas perbedaan temperatur yang disyaratkan;
- Perbedaan temperatur maksimum pada pengecoran dihitung berdasarkan kondisi yang diperkirakan pada saat pengecoran dan penggunaan peralatan yang diusulkan untuk mengontrol perbedaan temperatur;
- Deskripsi peralatan dan prosedur yang harus digunakan untuk memantau dan mendata temperatur dan perbedaan temperatur;
- Gambar yang menunjukkan lokasi untuk sensor-sensor temperatur pada pengecoran;
- Deskripsi format dan frekuensi penyampaian data temperatur kepada perwakilan pemilik;
- Deskripsi tindakan-tindakan untuk mengatasi dan mereduksi temperatur berlebihan dan perbedaan temperatur, jika terjadi;
- Deskripsi prosedur perawatan, termasuk material-material dan metode-metode, dan durasi perawatan; dan
- Deskripsi prosedur pembongkaran bekisting untuk memastikan perbedaan temperatur di permukaan terekspos sementara tidak akan melebihi batas perbedaan temperatur, dan bagaimana perawatan akan dipertahankan;

Jika desain campuran beton berubah, rencana pengendalian termal harus diperbarui.

## 8.2 Produk

### 8.2.1 Material

#### 8.2.1.1 Material sementisius

Material sementisius harus sesuai dengan 4.2.1.1, kecuali sesuai modifikasi pada 8.2.1.1.a dan 8.2.1.1.b.

**8.2.1.1.a** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, gunakan semen hidrolik dengan properti panas hidrasi sedang sampai rendah atau gunakan semen portland dengan Abu terbang Kelas F atau semen slag, atau keduanya.

**8.2.1.1.b** Kecuali disyaratkan lain, jangan gunakan semen Tipe III ASTM C150 atau semen kekuatan awal tinggi ASTM C1157.



**8.2.1.2 Bahan tambahan campuran**

Sesuai dengan 4.2.1.4 dan persyaratan berikut.

**8.2.1.2.a** Kecuali disyaratkan lain, jangan gunakan bahan tambahan campuran untuk percepatan.

**8.3 Pelaksanaan****8.3.1 Perawatan dan proteksi****8.3.1.1 Pemeliharaan kelembaban**

**8.3.1.1.a** Kecuali disyaratkan lain, rawat dan proteksi beton sesuai dengan 5.3.6 selama minimal 7 hari. Jika digunakan kriteria kekuatan dalam 5.3.6.1(c), pengukuran kekuatan harus mewakili dari kekuatan di lokasi dalam 50 mm dari permukaan beton.

**8.3.1.1.b** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, pelihara kelembaban dengan mempertahankan bekisting di tempat. Untuk permukaan tidak bersentuhan dengan bekisting, terapkan salah satu prosedur yang disyaratkan dalam 5.3.6.4. Kecuali disyaratkan lain, jangan gunakan perawatan dengan air.

**8.3.1.2 Pengendalian temperatur beton**

Kecuali disyaratkan lain, kendalikan temperatur beton dan perbedaan temperatur dalam beton dari saat beton dicor sampai saat temperatur internal telah mendingin dari maksimumnya sehingga perbedaan antara temperatur rata-rata sekitarnya harian dan temperatur internal pada saat proteksi dihentikan lebih kecil dari batas perbedaan temperatur yang disyaratkan.

**8.3.1.2.a Pemantauan temperatur beton**

Kecuali disyaratkan lain, tempatkan satu sensor temperatur pada pusat massa pengecoran dan satu sensor temperatur pada kedalaman 50 mm dari pusat permukaan eksterior terdekat. Tempatkan sensor tambahan di setiap lokasi untuk berfungsi sebagai cadangan dalam hal sensor temperatur lain mengalami kegagalan. Selain itu, sediakan sensor temperatur di lokasi yang teduh untuk memantau temperatur lingkungan di lapangan.

Kecuali disyaratkan lain, pantau temperatur per jam menggunakan sensor elektronik yang mampu mengukur temperatur dari 0 °C sampai 100 °C dengan akurasi 1 °C . Pastikan sensor temperatur beroperasi sebelum mengecor beton . Kecuali disyaratkan lain, berikan data dari sensor-sensor untuk pemilik setiap hari, sampai persyaratan 8.3.1.2 terpenuhi.

**8.3.1.2.b Temperatur berlebihan atau perbedaan temperatur**

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, bandingkan temperatur dan perbedaan temperatur dengan batas maksimum yang disyaratkan dalam 8.1.2 setiap 12 jam. Jika salah satu melebihi batas yang ditetapkan, segera ambil tindakan sesuai yang diuraikan dalam rencana pengendalian termal yang telah diterima untuk memperbaiki situasi. Jangan cor beton massa berikutnya sampai penyebab temperatur yang berlebihan atau perbedaan temperatur telah diidentifikasi dan koreksi diterima.



## 9 Beton pasca-tarik

### 9.1 Umum

#### 9.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi persyaratan untuk pasca-tarik, komponen-komponen beton struktural sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak. Kecuali disyaratkan lain, beton pasca-tarik harus memenuhi persyaratan Pasal 1 sampai 5.

#### 9.1.2 Penyerahan

**9.1.2.1** Penyerahan yang diperlukan sebelum pelaksanaan pekerjaan disyaratkan dalam 9.1.2.1.a sampai 9.1.2.1.d.

##### 9.1.2.1.a Gambar

Gambar kerja konstruksi beton pasca-tarik menyediakan informasi berikut selain yang disyaratkan oleh Pasal 2 dan 3:

- Ukuran dan ketinggian pendukung tendon, termasuk tulangan dan dudukan;
- Lokasi dari tendon di seluruh panjangnya;
- Ukuran, detail, lokasi, material, dan tingkat tegangan (jika memungkinkan) untuk tendon dan aksesoris, termasuk penjangkaran dan kopler;
- Prosedur *jacking*, urutan penegangan, dan gaya penarikan;
- Goyangan dan koefisien gesek lengkungan dan set jangkar;
- Perpanjangan tendon yang dihitung;
- Detail penulangan untuk mencegah ledakan dan *spalling*;
- Prosedur *trimming* tendon dan rincian prosedur *capping*; dan
- Properti *duct* termasuk ukuran, material, ketebalan, spasi pendukung, dan, bila diperlukan, data uji kekakuan *duct*.

Jika disyaratkan, gambar-gambar kerja harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi dan dikaji ulang oleh perencana/penanggung jawab struktur. Apabila penyimpangan dari gaya pasca-tarik dan profil ditunjukkan dalam dokumen kontrak yang diusulkan, gambar kerja harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi dan dikaji ulang oleh perencana/penanggung jawab struktur.

##### 9.1.2.1.b Perhitungan

Apabila disyaratkan, serahkan perhitungan perpanjangan dan perhitungan gaya efektif final kelompok tendon yang memperhitungkan kehilangan prategang akibat set penjangkaran, gesekan, dan efek jangka panjang. Bila disyaratkan, perhitungan harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi.

**9.1.2.1.c** Apabila dokumen kontrak mendelegasikan desain struktural komponen beton pasca-tarik kepada kontraktor, serahkan gambar dan kriteria desain yang digunakan ketika merancang untuk pasca-tarik, ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi. Apabila disyaratkan, serahkan perhitungan desain.

**9.1.2.1.d** Untuk tendon terikat, sediakan sertifikasi tertulis bahwa konstituen grout sesuai dengan 9.2.2 dan persyaratan lain dari dokumen kontrak.



Kecuali disyaratkan lain, hasil uji yang harus diserahkan termasuk yang berikut:

- Laporan uji pabrik semen;
- Laporan uji bahan tambahan campuran;
- Laporan uji konstituen lain yang digunakan dalam grout; dan
- Untuk grout prakemas, serahkan laporan uji produk dari produsen dengan sertifikat yang masih berlaku.

#### 9.1.2.2 Penyerahan yang opsional

Ajukan informasi yang disyaratkan dalam 9.1.2.2.a sampai 9.1.2.2.e bila diperlukan oleh dokumen kontrak.

**9.1.2.2.a** Data uji yang membuktikan kelengkungan yang diharapkan dan koefisien goyangan dan set penjangkaran yang diharapkan.

**9.1.2.2.b** Hasil-hasil uji yang disyaratkan dalam 9.1.3.1, termasuk demonstrasi kesesuaian dengan 9.2.1.3 sampai 9.2.1.4.

**9.1.2.2.c** Jarak bersih *jack*.

#### 9.1.2.2.d Prosedur grouting

Apabila diperlukan, serahkan prosedur grouting tertulis minimal 4 minggu sebelum memulai konstruksi.

Kembangkan prosedur-prosedur grouting untuk memastikan ruang melingkar di dalam saluran akan benar-benar diisi oleh grout. Prosedur ini meliputi hal-hal berikut:

- Tipe, kuantitas, dan merek material yang digunakan dalam grouting, termasuk sertifikasi yang diperlukan;
- Tipe peralatan yang diperlukan, termasuk kapasitas dalam kaitannya dengan permintaan dan kondisi kerja serta ketentuan untuk peralatan cadangan dan suku cadang;
- Tipe dan lokasi dari inlet dan outlet;
- Tipe dan ukuran selang grout dan sambungan-sambungan;
- Metode pembersihan *duct* sebelum grouting;
- Prosedur pencampuran dan pemompaan, termasuk sarana untuk mengukur volume grout yang dipompa;
- Arah grouting;
- Urutan penggunaan untuk inlet dan outlet;
- Prosedur untuk menangani penyumbatan, termasuk pembilasan *duct*;
- Prosedur untuk kemungkinan grouting ulang; dan
- Nama dari orang-orang yang bertanggung jawab dan personil lain yang akan melakukan operasi grouting, termasuk pengalaman yang relevan dan keterampilan mereka.

**9.1.2.2.e** Bila diperlukan, serahkan hasil percobaan grouting lapangan dan uji mockup lapangan.

**9.1.2.3** Penyerahan yang diperlukan selama pelaksanaan pekerjaan disyaratkan dalam 9.1.2.3.a dan 9.1.2.3.d.

**9.1.2.3.a** Laporan pengujian pabrik bersertifikat untuk sampel yang diambil dari lot produksi baja prategangn digunakan dalam pekerjaan.



**9.1.2.3.b** Sertifikat kalibrasi *jack* penegang, termasuk tekanan gauge dan kurva kalibrasi, untuk setiap set peralatan akan digunakan dalam pekerjaan. Sertifikat harus diserahkan sebelum memberi tegangan.

**9.1.2.3.c** Catatan pemberian tegangan diperlukan untuk kaji ulang sebelum pemangkasan tendon yang kelebihan dari penjangkaran yang lalu. Serahkan data berikut ini:

- Nama proyek;
- Nomor lantai dan nomor pengecoran beton;
- Tanda identifikasi tendon;
- Perpanjangan yang diperlukan;
- Tekanan gauge untuk mencapai gaya penegangan yang diperlukan per grafik kalibrasi yang tersedia;
- Perpanjangan yang dicapai;
- Tekanan gauge;
- Tanggal operasi penegangan;
- Nama dan tandatangan operator dan pemeriksa penegangan;
- Serial atau nomor identifikasi peralatan *jacking*;
- Tanggal gambar-gambar kerja yang telah diterima digunakan untuk instalasi dan penegangan;
- Kondisi cuaca, termasuk temperatur dan curah hujan; dan
- Ringkasan masalah yang dihadapi dan tindakan koreksi yang dilakukan.

**9.1.2.3.d** Rekam operasi grouting dan berikan rekaman grouting kepada perencana/penanggung jawab struktur dalam waktu 72 jam dari grouting. Informasi yang perlu dicatat dalam rekaman harus mencakup namun tidak terbatas pada:

- Tanggal grouting;
- Jumlah hari dari penegangan sampai grouting;
- Tipe campuran grout dan aditif;
- Tendon-tendon yang digrouting, akhir injeksi, dan tekanan grouting yang diterapkan;
- Ringkasan masalah yang dihadapi dan tindakan korektif yang dilakukan; dan
- Rekaman volume grout yang dipompa ke *duct* dibandingkan dengan volume *duct* yang disesuaikan dengan grout yang tergeser oleh tendon prategang.

### 9.1.3 Pengendalian kualitas

#### 9.1.3.1 Pengujian

##### 9.1.3.1.a Pengujian komponen tendon *unbonded*

Uji komponen sistem tendon *unbonded* sesuai dengan persyaratan ACI 423.7.

##### 9.1.3.1.b Kontrol kualitas pengujian grout

Pengujian grout untuk densitas, kekuatan dan fluiditas harian sesuai dengan berikut ini:

- Dua uji densitas basah per hari atau bila ada perubahan visual atau perubahan yang jelas pada karakteristik grout;
- Minimal satu uji kekuatan per hari selama operasi grouting;
- Minimal dua uji fluiditas (kerucut alir). Satu uji pada *mixer* dan satu di *outlet duct* sesuai dengan 9.2.2.3.e. Pengujian harus diulang setiap 2 jam operasi grouting. Waktu penembusan harus dalam  $\pm 5$  detik dari nilai-nilai yang ditetapkan selama pengujian laboratorium; dan



- Apabila grout ditujukan untuk lingkungan yang agresif seperti yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak, uji untuk bliding sesuai dengan 9.2.2.3.b.

#### 9.1.4 Pengiriman, penanganan, dan penyimpanan produk

Kirim, tangani dan simpan material dengan cara mencegah kerusakan mekanis dan korosi.

##### 9.1.4.1 Penanganan

**9.1.4.1.a** Identifikasi baji dan penjangkaran berdasarkan wilayah pengecoran beton individual, urutan lantai, atau keduanya. Gunakan material hanya di daerah pengecoran beton yang diidentifikasi. Dalam hal material ditujukan untuk satu area pengecoran beton ditukar ke area pengecoran beton lain, beritahukan perencana/penanggung jawab struktur tentang pertukaran tersebut untuk tujuan pelacakan.

**9.1.4.1.b** Proteksi tendon, aksesoris, dan peralatan dari paparan pada air dan garam pencair es. Berhati-hatilah untuk tidak merusak selubung atau angkur selama penanganan dan penyimpanan.

**9.1.4.1.c** Bongkar tendon sedekat sepraktis mungkin ke tempat penyimpanan yang ditunjuk untuk menghindari penanganan yang berlebihan.

**9.1.4.1.d** Jangan gunakan rantai atau kait.

##### 9.1.4.2 Penyimpanan

**9.1.4.2.a** Simpan material dan peralatan di tempat yang kering pada ganjal. Jangan ekspos material terhadap air, salju, garam pencair es, atau elemen korosif lainnya. Apabila diperlukan penyimpanan lebih lama dari 1 bulan, lindungi selubung dan plastik lainnya dari paparan sinar matahari langsung.

**9.1.4.2.b** Simpan semen dan grout *premixed* untuk mencegah hidrasi selama penyimpanan. Untuk grouting, gunakan hanya semen yang telah disimpan sesuai dengan persyaratan produsen.

**9.1.4.2.c** Periksa tendon dan item aksesoris sebelum pemasangan.

#### 9.2 Produk

##### 9.2.1 Material

Untuk *unbonded*, tendon strand tunggal, gunakan material yang sesuai dengan persyaratan ACI 423.7. Untuk tendon terikat, gunakan material-material yang sesuai dengan persyaratan 9.2.1.1 sampai 9.2.1.5.

Untuk tendon tidak terikat, bila disyaratkan dalam dokumen kontrak dan untuk aplikasi di lingkungan agresif, selubung harus dihubungkan untuk penegangan, menengah, dan angkur tetap untuk memberikan enkapsulasi penuh dari baja prategang sesuai dengan ACI 423.7. Serahkan data uji sistem enkapsulasi bila diperlukan.

##### 9.2.1.1 Baja prategang

Baja prategang harus dari tipe dan kekuatan yang disyaratkan oleh dokumen kontrak dan harus sesuai dengan salah satu spesifikasi berikut:

- ASTM A416/A416M;



- ASTM A421/A421M;
- ASTM A722/A722M;
- ASTM A779/A779M;
- ASTM A882/A882M;

Baja prategang harus bersih dan bebas dari karat berlebihan, kerak, minyak, kotoran, dan *pitting*. Permukaan karat harus dapat dibersihkan dengan *pad* wol baja halus atau dengan digosok kuat-kuat dengan kain. Lubang-lubang di permukaan baja tidak boleh berdiameter atau panjangnya melebihi 0,05 mm.

### 9.2.1.2 Selongsong (*duct*) untuk tendon

**9.2.1.2.a** Gunakan material pembentuk selongsong (*duct*) sebagaimana disyaratkan dalam dokumen kontrak yang tidak bereaksi dengan alkali dalam semen, cukup kuat untuk mempertahankan bentuknya dan menahan kerusakan selama konstruksi, dan mencegah intrusi air dan pasta semen dari beton sekitarnya. Material pembentuk selongsong (*duct*) yang tersisa di tempat tidak boleh langsung atau tidak langsung menyebabkan aksi elektrolitik atau kerusakan. Untuk tendon terikat, gunakan selongsong (*duct*) bergelombang atau selongsong (*duct*) yang mampu mentransmisikan gaya-gaya dari grout ke beton yang mengelilinginya.

#### 9.2.1.2.b Ketebalan dinding selongsong (*duct*)

Tebal dinding bervariasi terhadap diameter *duct*, kedalaman, jarak antar gelombang, dan kekerasan sebagai berikut:

- Lembar metal – Minimum ketebalan dinding harus *gauge* 0,45 mm untuk diameter selongsong (*duct*) kurang dari 66 mm dan 0,6 mm untuk diameter selongsong (*duct*) yang lebih besar dari 66 mm;
- *High-density polyethylene* (HDPE) – Ketebalan dinding minimum harus 2 mm; dan
- Polypropylene (PP) – Ketebalan dinding minimum harus 2 mm.

#### 9.2.1.2.c Diameter *duct*

Kecuali disyaratkan lain, luas internal nominal selongsong (*duct*) untuk tendon yang digROUT harus minimal 2-1/4 kali *strand* prategang dan 2-1/2 kali untuk tendon yang dipasang dengan metode *pull-through*. Apabila rasio area selongsong (*duct*) baja kurang dari batas berlaku yang disyaratkan, maka harus dibuktikan dengan pengujian bahwa sudah digROUTING dengan tepat, proteksi korosi, dan transfer lekatan telah dicapai.

Untuk tendon terdiri dari tulangan prategang tunggal, diameter internal selongsong (*duct*) minimum harus minimal 6 mm lebih besar dari diameter luar (dimensi maksimum) dari batang tulangan prategang.

#### 9.2.1.2.d Grouting *inlet* dan *outlet*

Inlets harus digunakan untuk menginjeksikan grout ke *duct*; *outlet* harus memungkinkan keluarnya udara, air, grout, dan air *bliding*. Diameter dalam *outlet* atau *inlet* tidak boleh kurang dari 20 mm untuk tendon multi-*strand* atau multi-batang tulangan dan 10 mm untuk tendon *strand* tunggal atau batang tulangan. *Inlet* dan *outlet* harus dilengkapi dengan *shut-off* positif dan dirancang untuk menahan tekanan grouting. Panjang harus diteruskan keluar secara cukup dari komponen struktur beton untuk memungkinkan penutupan *outlet*. *Inlet* harus ditempatkan pada atau di dekat titik terendah tendon. *Outlet* harus ditempatkan pada titik-titik rendah dan harus bebas mengalir. Selain itu, *inlet* dan *outlet* harus ditempatkan:



- Pada area penjangkaran tendon;
- Pada titik yang tinggi dari *duct*, apabila jarak vertikal antara titik tertinggi dan terendah lebih dari 500 mm;
- Pada perubahan besar di dalam penampang melintang *duct*, misalnya kopler dan penjangkaran; dan
- Pada lokasi lain yang disyaratkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

#### 9.2.1.2.e Kekakuan *duct*

- (1) *Duct* diinstal dan dicor beton sebelum pemasangan baja prategang, harus mampu menahan minimal 3 m tekanan fluida beton. Bila disyaratkan, uji untuk verifikasi bahwa *duct* tidak akan penyok lebih dari 3 mm di bawah 45 kN gaya terpusat yang diberikan antara gelombang. Gaya terpusat harus diaplikasikan dengan satu batang tulangan No. 13.
- (2) *Duct* untuk digunakan dengan baja prategang yang dipasang sebelumnya, sebelum pengecoran beton, harus mampu menahan ekivalen 1,5 m dari tekanan fluida beton. Ketahanan terhadap penyok yang disyaratkan dalam 9.2.1.2.e.(1) tidak berlaku.
- (3) *Duct* harus memiliki kekakuan lentur memanjang untuk memastikan pemasangan yang bebas goyangan sebagai berikut:
  - *Duct* dengan diameter lebih dari 50 mm harus, akibat beratnya sendiri, tidak melendut lebih dari 75 mm bila segmen *duct* sepanjang 6 m ditumpu pada ujung-ujungnya;
  - *Duct* berdiameter 50 mm atau lebih kecil harus, akibat beratnya sendiri tidak melendut lebih dari 75 mm bila segmen *duct* sepanjang 3 m ditumpu pada ujung-ujungnya; dan
  - Apabila disyaratkan untuk mengakomodasi bengkokan *duct* ke radius yang kecil, *duct* yang lebih fleksibel diperbolehkan.
- (4) *Duct* plastik harus mampu menahan persyaratan yang disyaratkan di atas pada 38 °C, kecuali bahwa batas defleksi pada (3) harus ditingkatkan sebesar 50%.

#### 9.2.1.3 Penjangkaran untuk tendon terikat

Penjangkaran untuk tendon terikat yang diuji dalam keadaan tidak terikat harus mengembangkan 95% kekuatan tarik yang disyaratkan dari baja prategang.

#### 9.2.1.4 Kopler

Gunakan kopler hanya di tempat yang ditentukan dalam dokumen kontrak atau sesuai yang diizinkan. Kopler harus mengembangkan kekuatan melebihi 95% dari kekuatan tarik yang disyaratkan dari baja prategang. Kurung kopler dalam tempat yang memungkinkan gerakan yang diperlukan selama penegangan. Untuk tendon terikat, sediakan *fitting* untuk memungkinkan grouting sempurna pada komponen-komponen kopler.

#### 9.2.1.5 Plester untuk perbaikan selubung

Plester yang digunakan harus:

- Plester melekat otomatis dan anti lembab;
- Tidak reaktif dengan selubung, pelapis, atau baja prategang;
- Memiliki kemampuan menyesuaikan diri dengan permukaan selubung;
- Memiliki lebar minimum 50 mm; dan
- Memiliki warna yang kontras dengan selubung tendon.



## 9.2.2 Proporsi campuran grout

Kecuali disyaratkan lain, gunakan campuran grout yang *thixotropic* atau *non-thixotropic*. Apabila tipe grout tidak disyaratkan, ajukan tipe grout yang akan digunakan. Proporsikan grout untuk mencapai kekuatan tekan minimum sesuai dengan 9.2.2.3.d, dan memiliki konsistensi yang akan memfasilitasi pengecoran. Apabila diperlukan, verifikasi konsistensi grout sesuai dengan 9.2.2.3.e.

### 9.2.2.1 Material sementisius

Kecuali diizinkan atau disyaratkan lain, grout harus terdiri dari campuran semen dan air. Apabila penggunaannya diizinkan, abu terbang dan pozzolan lain harus sesuai dengan ASTM C618 dan semen *slag* harus sesuai dengan ASTM C989.

Kadar air harus semimumimum yang diperlukan untuk pengecoran, dan *w/cm* tidak boleh melebihi 0,45 dalam berat.

### 9.2.2.2 Bahan tambahan campuran

Bahan tambahan campuran harus memenuhi persyaratan 4.2.1.1 dan persyaratan 9.2.2.2.a sampai 9.2.2.2.d, kecuali disyaratkan lain.

Apabila diizinkan, bahan tambahan lain dapat digunakan, asalkan pengujian-pengujian atau catatan-catatan kinerja yang diterima menunjukkan bahwa bahan tambahan campuran tidak akan memiliki efek yang merugikan pada tendon, aksesoris, atau grout.

Jangan gunakan bahan tambahan campuran yang mengandung lebih dari jejak (dari kotoran, bukan sebagai konstituen yang dimaksud) klorida, fluorida, aluminium, seng, atau nitrat.

#### 9.2.2.2.a Bahan tambahan campuran pengontrol setting dan pereduksi air

Diizinkan bahan tambahan campuran berikut, sesuai yang didefinisikan dalam ASTM C494/C494M:

- Tipe C – Bahan tambahan campuran akselerator;
- Tipe D – Bahan tambahan campuran pereduksi air dan *retarder*;
- Tipe E – Bahan tambahan campuran pereduksi air dan akselerator;
- Tipe F – Bahan tambahan campuran pereduksi air, bahan tambahan campuran rentang tinggi; dan
- Tipe G – Bahan tambahan campuran pereduksi air, rentang tinggi, dan *retarder*.

#### 9.2.2.2.b Bahan tambahan campuran untuk mereduksi *bliding*

Bahan tambahan campuran yang mereduksi *bliding* pada grout harus memenuhi persyaratan 9.2.2.3.b.

#### 9.2.2.2.c Pencegah korosi

Apabila disyaratkan, gunakan pencegah korosi untuk meningkatkan ketahanan grout terhadap korosi.



#### 9.2.2.2.d Bahan tambahan campuran untuk kompensasi penyusutan atau pengembang

Apabila disyaratkan, tambahkan bahan tambahan campuran untuk kompensasi penyusutan atau pengembang guna menghasilkan perubahan ketinggian vertikal tidak lebih besar dari 2% dalam waktu 3 jam setelah pengecoran, berdasarkan ASTM C940. Apabila bahan tambahan campuran untuk kompensasi penyusutan atau pengembang akan digunakan, sampaikan hasil-hasil uji ASTM C940 jika diperlukan.

#### 9.2.2.3 Pengujian grout di laboratorium

Siapkan *batch* campuran coba grout yang diusulkan dengan menggunakan material dan peralatan yang sama yang akan digunakan di tempat pekerjaan minimal 8 minggu sebelum dimulainya jadwal produksi grouting. Kecuali disyaratkan lain, lakukan serangkaian uji sesuai rincian dalam 9.2.2.3.a sampai 9.2.2.3.f dengan grout percobaan di laboratorium sesuai persyaratan ASTM C1077 atau yang diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur. Kecuali disyaratkan lain, lakukan pencampuran dan pengujian pada kondisi temperatur dan kelembaban yang diperkirakan di lokasi. Gunakan material grout dari tipe, merk, dan sumber manufaktur yang sama sepanjang durasi grouting kecuali uji tambahan dilakukan dengan persetujuan perencana/penanggung jawab struktur. Jika dibuat perubahan pada material grout, serahkan hasil-hasil uji sesuai yang diperlukan.

Serahkan laporan kesimpulan uji coba laboratorium, rincian tipe dan jumlah pengujian yang dilakukan, prosedur pengujian, hasil-hasil, dan perbandingan hasil-hasil dengan nilai-nilai yang disyaratkan.

Pertahankan *w/cm* konsisten sepanjang rangkaian pengujian yang diuraikan dalam pasal ini. Pada kantong kemasan grout prakemas harus dituliskan rasio maksimum dan minimum berat air terhadap berat material grout yang dikemas. Lakukan pengujian yang digunakan untuk kualifikasi dalam pasal ini pada rasio maksimum dan minimum berat air terhadap berat material grout sesuai yang tertera pada kantong kemasan.

##### 9.2.2.3.a Kadar ion klorida

Material-material penyusun yang digunakan harus sedemikian sehingga kadar ion klorida yang larut dalam air ( $\text{Cl}^-$ ) pada grout tidak boleh melebihi 0,06%  $\text{Cl}^-$  berdasarkan berat semen yang diuji sesuai dengan ASTM C1218/C1218M.

##### 9.2.2.3.b *Bliding*

Apabila disyaratkan, lakukan pengujian (pengujian-pengujian) berikut dan serahkan hasil-hasilnya.

- 1) Uji *bliding wick-induced* – Harus digunakan suatu modifikasi dari uji ASTM C940 seperti diuraikan di bawah. *Bliding* maksimum yang diizinkan harus 0,0% pada 3 jam ketika dilaksanakan pada 21°C sampai dengan 25°C.

Modifikasi ASTM C940:

- (a) Siapkan sepanjang 500 mm dari diameter 13 mm, 7 kawat *strand* sesuai ASTM A416/A416M. Sebelum dipotong, bungkus setiap ujung *strand* pada dengan lakban atau pita listrik lebar 50 mm untuk mencegah kawat terbuka mekar. Bersihkan *strand* dengan aseton atau heksana dan sikat kawat untuk menghilangkan debu permukaan;



- (b) Kondisikan konstituen kering, air pencampur, *strand* prategang, dan alat uji selama satu malam di temperatur 21°C sampai dengan 25°C;
- (c) Campur konstituen kering dengan air yang telah dikondisikan dan tempatkan 800 mL grout yang dihasilkan ke dalam 1000 mL silinder ukur. Tandai level atas grout;
- (d) Masukkan *strand* yang telah disiapkan seluruhnya ke dalam grout dalam gelas ukur. Sentriskan dan kencangkan *strand* sehingga tetap sejajar dengan sumbu vertikal silinder ini. Ini dapat dicapai melalui penggunaan ruang dibibir atas silinder ukur. Tandai level atas grout;
- (e) Simpan grout campuran pada kisaran temperatur yang tercantum dalam (a); dan
- (f) Amati air *bliding* setiap 15 menit untuk satu jam pertama dan kemudian setiap jam sesudahnya selama 3 jam. Ukur dan catat air *bliding* menggunakan prosedur dalam ASTM C940. Catat jika air *bliding* diserap masuk ke spesimen.

Hitung persen air *bliding* (jika ada) dan ekspansi yang dihasilkan (jika ada) sesuai dengan ASTM C940, dengan kuantitas air *bliding* dinyatakan sebagai persentase dari volume awal grout. Catat jika air *bliding* tetap di atas atau di bawah bagian atas ketinggian asli grout.

- 2) Stabilitas *bliding* uji grout sementisius tendon pasca-tarik – Apabila disyaratkan, lakukan uji sesuai dengan ACI 423.9M. Jika disyaratkan, lakukan uji-uji ulangan sesuai dengan ACI 423.9M. Kecuali disyaratkan lain, *bliding* tidak boleh melebihi nilai-nilai yang ditunjukkan dalam Tabel 9.2.2.3.

#### 9.2.2.3.c Waktu pengikatan

Waktu pengikatan harus lebih lama dari 3 jam dan kurang dari 12 jam bila diuji sesuai dengan SNI 6430.2:2014.

#### 9.2.2.3.d Kekuatan tekan

Siapkan dan uji spesimen kubus grout sesuai dengan ASTM C942. Kecuali disyaratkan lain, kuat tekan minimum pada 7 hari harus 21 MPa dan pada 28 hari harus 35 MPa.

#### 9.2.2.3.e Kemudahan dipompa dan fluiditas

Untuk grout *nonthixotropic*, lakukan uji fluiditas sesuai dengan ASTM C939.

Untuk grout *thixotropic*, modifikasi ASTM C939 sebagai berikut:

- Kerucut alir harus diisi penuh bukan level standar;
- Waktu penghabisan dari grout, bila sudah dicampur seluruhnya, harus diukur sebagai waktu untuk mengisi wadah 1 L, yang ditempatkan langsung di bawah kerucut alir; dan
- Baik untuk grout *nonthixotropic* maupun *thixotropic*, biarkan grout berhenti selama 30 menit tanpa agitasi lebih lanjut dan uji lagi, campur ulang selama 30 detik sebelum pengukuran aliran final.

Waktu penghabisan dari sampel grout segera setelah pencampuran harus antara 11 detik dan 30 detik untuk grout *nonthixotropic* dan antara 5 detik dan 30 detik untuk grout *thixotropic*. Waktu penghabisan setelah pencampuran ulang tidak boleh lebih dari 30 detik.



#### 9.2.2.3.f Uji kepadatan basah

Tetapkan suatu nilai densitas basah untuk grout menggunakan ANSI/APIRP13B-1.

#### 9.2.2.4 Uji lapangan grout

##### 9.2.2.4.a Uji coba lapangan

Apabila disyaratkan, lakukan *batching* coba lapangan dan pengujian dengan material yang sama, personil, dan peralatan yang harus digunakan dalam produksi grouting.

Lakukan uji coba lapangan minimal 1 minggu sebelum memulai produksi grouting atau sebagaimana disyaratkan dalam dokumen kontrak kecuali diperlukan uji *mockup* lapangan. Lakukan uji coba lapangan pada saat yang sama dengan uji *mockup* lapangan jika diperlukan.

##### 9.2.2.4.b Uji *mockup* lapangan

Apabila diperlukan, lakukan uji *mockup* lapangan grout. Uji *mockup* lapangan grout harus membuktikan dan menunjukkan bahwa material, *outlet*, *inlet*, pengaduk, peralatan grouting, metode, dan prosedur adalah tepat dan akan menghasilkan pengisian *duct* secara sempurna.

Jadwalkan uji *mockup* lapangan sebelum memproduksi grouting. Minimal 4 minggu sebelum memulai jadwal uji *mockup* lapangan, serahkan suatu rincian, rencana tertulis uji *mockup* lapangan yang mencakup pengaturan pengujian, material, *duct*, *inlet*, *outlet*, penjangkaran, elemen prategang, dan grouting dan prosedur pembedahan. Personil pengawasan dan peralatan yang digunakan untuk uji *mockup* harus sama dengan yang digunakan untuk memproduksi grouting.

### 9.3 Pelaksanaan

#### 9.3.1 Sertifikasi pemasang

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, instalasi harus dilakukan oleh personil tersertifikasi dari program pelatihan dan sertifikasi oleh asosiasi atau lembaga yang berwenang. Untuk pasca tarik tidak terikat, personil harus tersertifikat sesuai dengan Level 1 program Instalasi Lapangan. Untuk pasca tarik terikat, personil harus bersertifikat sesuai dengan Level 1 *Bonded PT* – program Instalasi Lapangan. Serahkan kualifikasi personil instalasi.

#### 9.3.2 Pemeriksaan

Lakukan inspeksi visual untuk memastikan persyaratan spesifikasi dan dokumen kontrak ini dipenuhi. Pemeriksaan harus dilakukan oleh personil bersertifikat sesuai dengan yang ditetapkan. Serahkan dokumentasi sertifikasi inspektur.

Pemeriksaan harus mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

- Kebersihan material;
- Lokasi dan kuantitas material;
- Penarikan dari tendon prategang; dan
- Grouting tendon.



### 9.3.3 Instalasi tendon terikat

**9.3.3.1** Jaga tendon dan *duct* agar tetap kering. Jangan memulai grouting sampai temperatur beton di sekitar tendon  $4^{\circ}\text{C}$  atau lebih tinggi. Pertahankan temperatur beton di sekitar tendon grouting pada  $4^{\circ}\text{C}$  atau lebih tinggi minimal selama 3 hari setelah grouting.

**9.3.3.2** Apabila tendon melampaui ujung akhir komponen, atau bila tendon berada di luar beton dari komponen beton pasca tarik, tutupi bagian tendon yang ekspos atau bagian yang disyaratkan dengan tambahan lapisan pelindung terhadap korosi. Lapisan ini harus diaplikasikan di pabrik atau diaplikasikan di lapangan dan harus plastik, epoksi, atau material lain yang dapat diterima.

**9.3.3.3** Jaga ujung penjangkaran dilindungi permanen dari beton dan bebas dari karat lepas, lemak, minyak, dan kotoran lain.

#### 9.3.3.4 *Duct*

**9.3.3.4.a** Jaga *duct*, blok-out penjangkaran, bukaan, *inlet*, dan *outlet* tetap bersih dan bebas dari kotoran, bahan bakar, minyak, kotoran lain, dan sampah pekerjaan setiap saat sebelum dan setelah menginstal tendon. Gunakan colokan sementara, segel, dan penutup sesuai kebutuhan.

Sebelum mengecor beton, perbaiki kerusakan *duct* dengan membuang kerusakan lokal *duct* dan menyambung *duct* atau kopler dibagian yang rusak, atau dengan cara lain yang diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.3.4.b** Sebelum grouting, *duct* harus ditiup dengan udara bertekanan bebas minyak untuk menghilangkan air dan puing-puing penyumbat yang dapat mengganggu injeksi. Tekanan udara menguji *duct* untuk menemukan potensi kebocoran grout sesuai yang disyaratkan.

#### 9.3.3.4.c Jarak tumpuan *duct*

Jarak tumpuan *duct* ( $\ell$ ) tidak boleh melebihi nilai-nilai berikut:

- 1) *Duct* bulat dari metal digalvanis:  $\ell \leq 1,2 \text{ m}$ ;
- 2) *Duct* bulat plastik (tidak ada *strand* dipasang didalam *duct* sebelum mengecor beton):  $\ell \leq 600 \text{ mm}$ ;
- 3) *Duct* pipih dari plastik 25 mm x 75 mm (*strand* dipasang di dalam *duct*):  $\ell \leq 600 \text{ mm}$ ; dan
- 4) *Duct* pipih dari plastik 25 mm x 75 mm (tidak ada *strand* dipasang di dalam *duct* sebelum mengecor beton):  $\ell \leq 300 \text{ mm}$ .

### 9.3.4 Grouting

#### 9.3.4.1 Personil kualifikasi

Grouting harus dilakukan oleh personil terlatih untuk dan berpengalaman dalam tugas-tugas yang diperlukan. Grouting harus dilakukan di bawah kontrol langsung dari seorang yang ahli dalam grouting. Orang tersebut harus melakukan pengamatan dari dekat dan mengontrol pelaksanaan grouting yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Orang ini harus diberi nama dan harus memberikan bukti pengalaman apabila diperlukan oleh perencana/penanggung jawab struktur.



**9.3.4.2** Grout sesegera mungkin setelah menegangkan baja prategang di dalam *duct*. Waktu sejak memasang baja prategang di dalam *duct* dalam kondisi tanpa tegangan untuk grouting setelah menegangkan tidak boleh melebihi periode yang dicantumkan dalam Tabel 14 kecuali tindakan perlindungan korosi sementara diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**Tabel 14 - Interval yang diizinkan antara instalasi baja prategang dan grouting tanpa menggunakan perlindungan korosi untuk eksposur yang berbeda**

Atmosfir lembab atau air garam berlebih (kelembaban relatif lebih besar dari 70%)	7 hari
Atmosfir sedang (kelembaban relatif antara 40% dan 70%)	20 hari
Atmosfir kering (kelembaban relatif kurang dari 40%)	40 hari

#### **9.3.4.3 Pasokan air sebelum grouting**

Sediakan yang dapat diandalkan, pasokan air tekanan tinggi dalam kasus grout harus dibilas dari tendon sesuai dengan 9.3.4.6.

#### **9.3.4.4 Pengadukan grout**

Aduk grout dalam sebuah pengaduk mekanis yang mampu mengaduk secara kontinu untuk menghasilkan grout yang bebas dari gumpalan semen yang tidak terdispersi. Saring grout melalui saringan No. 16 ke dalam peralatan pompa yang memiliki kemampuan sirkulasi ulang. Pompa grout segera setelah pengadukan praktis selesai. Pompa terus selama grout mempertahankan konsistensi yang diperlukan. Buang grout apabila kehilangan konsistensi yang diperlukan untuk dipompa.

#### **9.3.4.5 Aplikasi grout di bawah tekanan positif**

Tekanan tidak boleh melebihi 1,0 MPa selama operasi grouting tanpa penerimaan tertulis dari perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.4.6** Metode injeksi grouting harus menjamin pengisian sempurna pada *duct* dan sekitar strand atau tulangan dengan grout.

Injeksikan grout dari dekat ujung terendah tendon dalam arah menanjak. Gunakan grout dalam waktu 30 menit dari penambahan air pertama untuk memastikan kemampuan alir grout. Selama tahap grouting pertahankan aliran grout satu arah secara kontinu. Lakukan grouting tendon (atau tendon-tendon) dalam satu kali operasi. Pompa grout melalui *duct* sehingga kontinu mengalir keluar dari *outlet* pertama setelah *inlet*. Lanjutkan pemompaan sampai tidak ada terlihat keluar air tersendat-sendat atau keluar udara dari *outlet* dan konsistensi grout yang mengalir keluar serupa dengan grout yang diinjeksikan, pada saat tersebut *outlet* harus ditutup. Kecuali jika diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur, laju injeksi grout harus antara 5 m dan 15 m dari *duct* per menit.

Apabila aliran grout satu arah tidak dapat dipertahankan, atau bila grouting terganggu, segera bilas grout dari *duct* dengan air. Sebuah pompa air harus tersedia di lokasi pekerjaan untuk tujuan ini sebagai bagian dari peralatan pembilasan standar. Batasi tekanan pembilasan supaya sama dengan yang disyaratkan untuk grouting.

Ekor tendon harus dipotong dalam satu hari kerja dari penerimaan perpanjangan oleh perencana/penanggung jawab struktur. Dalam lingkungan agresif, lindungi ujung-ujung



tendon dengan penutup sampai ekor tendon dipotong, kecuali dinyatakan diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.4.7** Rekam progres grouting untuk setiap *duct* dan serahkan suatu laporan tertulis kepada perencana/penanggung jawab struktur dalam waktu 72 jam setelah grouting. Laporan ini harus mencakup:

- a) Kuantitas dan tipe material yang digunakan;
- b) Deskripsi permasalahan yang dihadapi selama grouting dan langkah-langkah yang diambil untuk mengatasinya;
- c) Tekanan pompa maksimum pada *inlet*; dan
- d) Temperatur udara, air, semen, material dikemas, campuran grout, dan beton sekitar *duct*.

Laporan tersebut harus mengindikasikan apakah parameter yang berlaku berada dalam rentang batasan spesifikasi.

**9.3.4.8** Isi rongga-rongga antara penulangan prategang, *duct*, dan *fitting* penjangkaran. Lanjutkan injeksi sampai grout dengan konsistensi yang sama seperti grout yang telah diinjeksikan mengalir dari bukaan-bukaan ventilasi dan drainase tanpa adanya gelembung udara. Tutup bukaan-bukaan ventilasi dan drainase secara progresif pada arah aliran. Setelah bukaan-bukaan ventilasi dan drainase ditutup, tingkatkan tekanan grouting sampai paling sedikit 350 kPa dan pasang sumbat lubang injeksi.

#### **9.3.4.9 Tindakan yang dilakukan setelah grouting**

Tidak kurang dari 24 jam setelah grouting, level grout di *outlet-outlet* dan penutup-penutup grout harus diperiksa dan jika perlu tambah atasnya dengan campuran grout baru.

#### **9.3.5 instalasi tendon tidak terikat**

**9.3.5.1** Penumpu tendon prategang pada interval tidak melebihi 1,2 m.

**9.3.5.2** Ikat tendon pada tumpuan penulangan pendukung atau penulangan tanpa merusak selubung.

**9.3.5.3** Jaga tendon dan komponen agar tetap bersih dan tidak rusak. Pada lingkungan agresif, lindungi komponen yang terekspos dalam satu hari kerja setelah terpapar selama pemasangan, kecuali dinyatakan diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.5.4** Cegah air memasuki tendon-tendon selama pemasangan.

#### **9.3.5.5 Penjangkaran ujung penegangan**

**9.3.5.5.a** Instal penjangkaran ujung penegangan tegak lurus terhadap sumbu tendon. Transisi kelengkungan pada profil tendon tidak boleh dimulai lebih dekat dari 300 mm dari penjangkaran ujung penegangan.

**9.3.5.5.b** Pasang penjangkaran ujung penegangan pada sekat bekisting. Sambungan harus cukup kaku untuk menghindari melonggar tanpa disengaja. Dalam lingkungan agresif, pasang jangkar ke tepi bekisting menggunakan pengencang yang tidak akan menimbulkan korosi atau yang dilindungi dari korosi dengan cara lain.



**9.3.5.5.c** Selimut beton atas, bawah, dan tepi untuk penjangkaran tidak boleh kurang dari selimut beton yang disyaratkan untuk penulangan. Kecuali disyaratkan lain, selimut beton dari tepi luar beton ke baji daerah rongga jangkar harus 40 mm untuk lingkungan tidak agresif dan 50 mm untuk lingkungan agresif.

**9.3.5.5.d** Kantong bekisting digunakan untuk menyediakan suatu rongga pada ujung penegangan dan penjangkaran antara guna mencegah intrusi beton atau bubur semen ke dalam rongga baji. Pada tepi *slab* miring, selimut beton minimum harus dijaga sampai jangkar tepi.

**9.3.5.5.e** Dalam lingkungan agresif, tutup rongga baji dan instal selongsong dan segel penghubung selubung ke penjangkaran agar benar-benar menutup daerah tersebut terhadap kelembaban. Pasang tutup setelah melapisi ujung tendon dan daerah baji dengan material pelapis pasca-tarik sesuai persyaratan ACI 423.7.

**9.3.5.5.f** Kecuali disyaratkan lain, selimut beton untuk ujung tendon dari tepi luar beton tidak boleh kurang dari 20 mm untuk lingkungan tidak agresif dan 25 mm ke perangkat *encapsulating* untuk lingkungan agresif.

#### **9.3.5.6 Intermediate anchorages**

**9.3.5.6.a** Tanam penjangkaran antara dalam beton pertama yang dicor pada suatu join konstruksi. Bila disyaratkan, buat join tersebut kedap air.

**9.3.5.6.b** Pasang penjangkaran antara tegak lurus terhadap sumbu tendon. Transisi kelengkungan dalam profil tendon tidak boleh dimulai kurang dari 300 mm dari penjangkaran antara.

**9.3.5.6.c** Persyaratan penutup atas dan bawah pada 9.3.5.5.c harus diberlakukan untuk penjangkaran antara.

**9.3.5.6.d** Dalam lingkungan agresif, tutup rongga baji dan instal selongsong dan segel yang menghubungkan selubung untuk penjangkaran pada kedua sisi penjangkaran untuk menyegel sempurna daerah tersebut terhadap kelembaban. Lapisi *strand* yang terekspos dan daerah baji dengan material pelapis pasca-tarik sesuai persyaratan ACI 423.7. Proteksi penjangkaran antara ini harus dilaksanakan dalam satu hari kerja dengan paparan kecuali diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

#### **9.3.5.7 Penjangkaran ujung dijepit**

##### **9.3.5.7.a Penjangkaran tipe baji**

Apabila menggunakan metode *pull-on*, dudukkan baji ujung jepit dengan gaya antara 80% dan 85% dari kekuatan tarik yang disyaratkan pada *strand*. Apabila diizinkan, metode-metode lain harus dibuktikan dengan pengujian yang diterima perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.5.7.b** Instal penjangkaran ujung jepit tegak lurus terhadap sumbu tendon. Transisi kelengkungan dalam profil tendon tidak boleh dimulai kurang dari 300 mm dari penjangkaran ujung jepit.

**9.3.5.7.c** Tempatkan penjangkaran ujung jepit dalam bekisting di lokasi-lokasi yang ditunjukkan pada gambar kerja, dan posisikan mereka dengan aman. Persyaratan selimut beton pada 9.3.5.5.f berlaku untuk penjangkaran ujung jepit.



**9.3.5.7.d** Dalam lingkungan agresif, tutup rongga baji dan instal selongsong dan segel selubung yang menghubungkan dengan penjangkaran agar daerah tersebut tersegel sempurna terhadap kelembaban. Instal tutup setelah pelapisan ujung tendon dan daerah baji dengan material lapisan pasca tarik yang sama yang digunakan di seluruh panjang tendon dan memenuhi persyaratan ACI 423.7.

### **9.3.5.8 Pemeriksaan selubung dan perbaikan**

**9.3.5.8.a** Setelah menginstal tendon dalam bekisting dan sebelum pengecoran beton, periksa selubung terhadap kerusakan. Perbaiki daerah-daerah kerusakan dengan merestorasi lapisan pasca-tarik di daerah yang rusak dan perbaiki selubung. Perbaikan selubung harus kedap air, tanpa rongga udara, dan dapat diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**9.3.5.8.b** Kecuali disyaratkan lain, untuk tendon dalam lingkungan tidak agresif, sobekan kecil sampai panjang 75 mm harus diperbolehkan tanpa perbaikan jika kerusakan tersebut berjarak minimum 2,4 m terpisah dan panjang total yang rusak kurang dari 2% panjang tendon. Kerusakan selubung lebih dari yang disyaratkan dalam pasal ini harus diperbaiki sampai diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

Perbaiki kerusakan sobek melingkar pada selubung. Dalam lingkungan agresif, perbaiki kerusakan selubung.

**9.3.5.8.c** Prosedur perbaikan dengan pita plester harus diterima perencana/penanggung jawab struktur.

### **9.3.6 Toleransi tendon**

**9.3.6.1** Permukaan bantalan antara penjangkaran dan beton harus konsentris dengan tendon. Pelat bantalan atau penjangkaran harus tegak lurus terhadap arah dari tendon pada penjangkaran tersebut.

**9.3.6.2** Tempatkan tendon dan penjangkaran dalam toleransi dari ACI 117M untuk pemasangan penulangan, jarak antara tulangan, dan selimut beton. Toleransi ini berlaku secara terpisah untuk kedua dimensi vertikal dan horisontal dan mungkin berbeda untuk setiap arah kecuali bahwa dalam *slab* toleransi horisontal tidak boleh melebihi 25 mm dalam 4,6 m panjang tendon.

**9.3.6.3** Kecuali disyaratkan lain, penyimpangan pada profil desain tendon *strand* tunggal tidak terikat tidak boleh melebihi:

- 6 mm untuk kedalaman komponen kurang dari atau sama dengan 200 mm;
- 10 mm untuk kedalaman komponen lebih besar dari 200 mm dan kurang dari atau sama dengan 600 mm; dan
- 13 mm untuk kedalaman komponen lebih besar dari 600 mm.

**9.3.6.4** Deviasi lateral pada lokasi tendon tidak terikat diizinkan jika diperlukan untuk menghindari bukaan, *duct*, mengejar, dan sisipan. Deviasi tersebut harus memiliki jari-jari kelengkungan tidak kurang dari 480 diameter *strand*. Bila diperlukan jari-jari kelengkungan kurang dari 480 diameter *strand*, berikan tambahan penulangan *hairpin* yang diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.



### 9.3.7 Pengecoran beton

#### 9.3.7.1 Umum

Cegah air memasuki tendon selama pengecoran dan perawatan beton.

#### 9.3.7.2 Pengecoran

Posisi tendon pasca-tarik dan penulangan bukan prategang harus tetap dalam toleransi selama pengecoran beton. Pastikan bahwa bekisting cukup kaku dan tumpuan tendon dapat menjaga profil tendon selama pengecoran beton.

#### 9.3.7.3 Proteksi tendon

Tumpu saluran pompa, corong, dan peralatan pengecoran beton lainnya di atas tendon.

### 9.3.8 Penarikan

#### 9.3.8.1 Urutan

Beri tegangan pada tendon sesuai urutan yang disyaratkan dalam dokumen kontrak, pada suatu kekuatan beton tidak kurang dari kekuatan tekan yang disyaratkan dan pada tahap konstruksi sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

#### 9.3.8.2 Penarikan tendon multi-strand

Tarik tendon yang terdiri dari beberapa strand dalam suatu *duct* biasa secara simultan, kecuali tendon tersebut didesain untuk *strand* yang ditegangkan secara individual.

#### 9.3.8.3 Penegangan tendon

Tarik penulangan prategang menggunakan *jack* hidrolik yang dilengkapi dengan pengukur tekanan terkalibrasi ke *jack* dalam akurasi plus atau minus 2%. Pengukur tekanan harus memiliki interval tidak lebih besar dari 0,7 MPa.

Aplikasikan gaya *jack* yang diperlukan untuk menghasilkan gaya prategang yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak atau gambar kerja dan ukur perpanjangan tendon. Verifikasi bahwa gaya prategang cukup dengan membandingkan perpanjangan yang diukur dengan perpanjangan yang dihitung.

Jika perpanjangan yang diukur berbeda dari perpanjangan yang dihitung lebih dari 7%, tentukan penyebabnya dan koreksi perbedaan tersebut. Gunakan perhitungan perpanjangan basis pada nilai rata-rata dari kurva beban-perpanjangan untuk penulangan prategang.

Untuk setiap tendon, jaga dan serahkan catatan perpanjangan dan pembacaan tekanan gauge. Jangan potong ekor tendon yang ditegangkan, *duct* grout, atau kantong grout selama penegangan sampai perencana/penanggung jawab struktur telah mengkaji ulang catatan perpanjangan.

**9.3.8.3.a** Pastikan bahwa bekisting tidak menahan perpendekan elastis, defleksi, atau *camber* (*lengkungan*) yang dihasilkan dari aplikasi gaya prategang.

**9.3.8.3.b** Jangan pindahkan tumpuan bekisting sampai gaya prategang yang diterapkan cukup untuk mendukung beban mati, bekisting, dan beban konstruksi yang diantisipasi.



#### 9.3.8.4 Kehilangan gaya prategang

Kehilangan gaya prategang total dalam komponen beton struktural pasca tarik akibat tendon rusak yang tidak diganti tidak boleh melebihi 2% dari gaya prategang total, kecuali dinyatakan diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

#### 9.3.8.5 Pencegahan kerusakan tendon

Jangan ekspos tendon terhadap kerusakan mekanis, percikan api las, nyala api, atau arus listrik tanah. Jangan melakukan pembakaran dan operasi pengelasan di sekitar tendon, kecuali sebagaimana diizinkan oleh 9.3.9.1.

#### 9.3.9 Finishing tendon

##### 9.3.9.1 Pemangkasan tendon

Segera setelah penerimaan catatan penegangan sesuai 9.1.2.3.b, potong kelebihan panjang strand. Panjang *strand* yang menonjol di luar baji setelah dipotong harus kurang dari 13 mm. Selimut beton untuk ekor tendon harus memenuhi 9.3.5.5.f. Untuk tendon tidak terikat, jika pemotongan tertunda lebih dari 10 hari setelah penegangan, berikan proteksi untuk mencegah kelembaban mencapai jangkar.

Untuk tendon tidak terikat di lingkungan agresif, potong ekor tendon dalam satu hari kerja setelah penerimaan catatan penegangan oleh perencana/penanggung jawab struktur. Panjang *strand* yang menonjol dari baji-baji setelah pemotongan harus sesuai yang disyaratkan oleh sistem enkapsulasi produsen. Tutup enkapsulasi harus dipasang dalam waktu 8 jam setelah pemotongan ekor tendon. Jika pemotongan atau kaping tertunda, berikan perlindungan untuk mencegah kelembaban dapat mencapai penjangkaran.

Kecuali disyaratkan lain, buang kelebihan panjang tendon di luar penjangkaran dengan pemotong plasma, pembakaran cepat dengan api oxyasetilin, gurinda, atau gunting hidrolik. Api asetilin pemotong tendon tidak boleh diarahkan ke baji-baji.

**9.3.9.2** Sebelum menginjeksi grouting ke rongga-rongga akibat penegangan, segel ujung penjangkaran dalam konstruksi tidak terikat dan dimaksudkan untuk digunakan dalam lingkungan agresif dengan tutup kedap air yang diisi penuh dengan pelapis pasca penegangan.

**9.3.9.3** Isi rongga-rongga akibat penegangan dengan grout non-metal anti susut dalam waktu 1 hari setelah pemotongan tendon. Grout yang digunakan untuk mengisi rongga tidak boleh mengandung klorida atau bahan kimia lainnya yang diketahui akan merusak baja prategang dan grout harus tidak reaktif dengan baja prategang, material penjangkaran, dan beton.

### 10 Beton tahan susut

#### 10.1 Umum

##### 10.1.1 Deskripsi

Pasal ini mencakup beton tahan susut menggunakan semen ekspansif sesuai dengan ASTM C845, Tipe E-1 (K).



### 10.1.1 Persyaratan umum

Bagian struktur yang akan dibangun menggunakan beton tahan susut berdasarkan ketentuan pasal ini harus ditetapkan dalam dokumen kontrak. Beton tahan susut harus memenuhi persyaratan Pasal 1 sampai 5, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini.

### 10.1.3 Penyerahan

#### 10.1.3.1 Tinjauan penyerahan

Sebelum mengecor beton, dapatkan penerimaan dari perencana/penanggung jawab struktur setelah menerima pengajuan yang disyaratkan.

**10.1.3.2** Serahkan hasil uji ekspansi yang diukur sesuai dengan ASTM C878 untuk proporsi campuran beton.

**10.1.3.3** Serahkan urutan pengecoran.

### 10.2 Produk

#### 10.2.1 Material

##### 10.2.1.1 Material sementisius

**10.2.1.1.a** Kecuali disyaratkan lain, semen harus sesuai dengan ASTM C845, Tipe E-1 (K).

**10.2.1.1.b** Bila diizinkan, *silica fume* harus sesuai dengan ASTM C1240.

**10.2.1.1.c** Kecuali disyaratkan lain, jangan gunakan abu terbang atau *blast-furnace slag* yang dihaluskan.

##### 10.2.1.2 Bahan tambahan campuran

**10.2.1.2.a** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, jangan gunakan bahan tambahan campuran untuk mempercepat atau bahan tambahan campuran yang mengandung kalsium klorida.

**10.2.1.2.b** Kecuali jika diizinkan, jangan mengubah tipe, merek, atau tingkat dosis bahan tambahan campuran tanpa mengevaluasi campuran beton yang direvisi untuk ekspansi yang diukur sesuai dengan ASTM C878.

#### 10.2.2 Persyaratan kinerja dan desain

Sesuai dengan 4.2.2 dan 10.2.2.1 sampai 10.2.2.3.

##### 10.2.2.1 Kadar semen minimum

Kadar semen tidak boleh kurang dari 335 kg/m<sup>3</sup>.

##### 10.2.2.2 Ekspansi

Ekspansi beton harus minimal 0,03% dan maksimal 0,10%, diukur sesuai dengan ASTM C878, kecuali disyaratkan lain.



### 10.2.2.3 *Slump*

*Slump* tidak boleh melebihi 150 mm pada titik pengecoran, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

### 10.2.3 Penentuan proporsi

Sesuai dengan 4.2.3 dan 10.2.3.1 sampai 10.2.3.3.

**10.2.3.1** Apabila yang digunakan campuran coba laboratorium, hentikan *mixer* setelah siklus pencampuran awal dan tutupi *mixer* beton laboratorium selama 20 menit, kecuali disyaratkan lain. Setelah periode ini, tambahkan air yang diperlukan untuk menghasilkan *slump* maksimum yang disyaratkan sebesar 20 mm. Beton kemudian akan dicampur selama tambahan waktu 2 menit.

**10.2.3.2** Untuk campuran beton yang diusulkan, berikan hasil uji laboratorium untuk tiga batang ekspansi yang dicor dan diuji sesuai ASTM C878. Catat hasil uji ekspansi dan serahkan untuk penerimaan.

### 10.2.3.3 Revisi campuran beton

Apabila proporsi campuran beton direvisi sesuai dengan 4.2.3.6, evaluasi efek pada ekspansi dengan melakukan uji laboratorium pada tiga batang ekspansi yang dicor dengan campuran beton yang direvisi sesuai dengan ASTM C878. Serahkan hasil uji bersama dengan proporsi campuran yang telah direvisi.

### 10.2.4 Penulangan

Gunakan batang deform atau penulangan kawat deform dilas yang memenuhi persyaratan 3.2 sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

### 10.2.5 Material pengisi join isolasi

Gunakan material pengisi join isolasi yang tidak mengembangkan tegangan lebih besar dari 170 kPa pada regangan 50% saat diuji sesuai dengan ASTM D1621 atau ASTM D3575, kecuali disyaratkan lain.

## 10.3 Pelaksanaan

### 10.3.1 Penulangan

**10.3.1.1** Pasang penulangan di atas tumpuan yang kaku dengan jarak antara untuk memastikan posisi penulangan yang tepat selama pemasangan.

**10.3.1.2** Posisikan penulangan 50 mm dari permukaan atas untuk penulangan *slab* di atas tanah, kecuali disyaratkan lain.

### 10.3.2 Pengecoran

#### 10.3.2.1 Urutan pengecoran

Urutan pengecoran beton harus mengizinkan pengecoran sebelumnya memiliki dua sisi berhadapan yang bebas untuk berkembang.



**10.3.2.2** Waktu minimum antara pengecoran bagian yang bersebelahan harus 72 jam, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

### **10.3.3 Join isolasi**

Siapkan join isolasi di persimpangan dengan kolom, dinding, saluran air, atau obstruksi kaku lain dalam struktur, sesuai dengan dokumen kontrak.

### **10.3.4 Perawatan**

Rawat basah beton tahan susut selama minimum 7 hari sesuai dengan 5.3.6.4.a atau 5.3.6.4.b, kecuali disyaratkan lain.

## **11 Slab lantai industrial**

### **11.1 Umum**

#### **11.1.1 Deskripsi**

Pasal ini berlaku untuk slab lantai industrial yang didukung tanah. Untuk *slab* beton di atas tanah yang dikategorikan sebagai *slab* lantai industrial, sediakan material-material dan konstruksikan *slab* dilokasi-lokasi yang ditunjukkan dan sesuai dengan dokumen kontrak.

#### **11.1.2 Persyaratan umum**

Beton untuk *slab* lantai industrial harus memenuhi persyaratan Pasal 1 sampai Pasal 5, kecuali disyaratkan lain pada pasal ini atau dalam dokumen kontrak.

**11.1.2.1** Kecuali disyaratkan lain, *slab* lantai industrial tebalnya paling sedikit harus 150 mm. Kecuali disyaratkan lain, lantai industri harus didasari oleh lapisan agregat bergradasi sesuai yang disyaratkan dengan tebal paling sedikit 100 mm.

#### **11.1.3 Penyerahan**

**11.1.3.1** Dapatkan penerimaan dari penyerahan yang disyaratkan dari perencana/penanggung jawab struktur sebelum mengecor beton.

**11.1.3.2** Sebagai tambahan persyaratan pengajuan dari Pasal 2 sampai 5, berikan yang berikut sesuai yang disyaratkan dalam 11.1.3.2.a sampai 11.1.3.2.1.

**11.1.3.2.a** Hasil uji susut akibat pengeringan, bila disyaratkan, untuk campuran beton yang diusulkan ditentukan sesuai dengan ASTM C157/C157M, kecuali bahwa bukan direndam selama 28 hari dalam air kapur jenuh, tetapi spesimen dirawat basah selama 7 hari kemudian sedikitnya 21 hari dibiarkan mengering di udara. Panjang awal spesimen yang digunakan sebagai dasar untuk perubahan panjang harus pada 24 jam ( $\pm \frac{1}{2}$  jam) setelah pelepasan spesimen dari cetakan dan pengukuran susut karena pengeringan akan dimulai setelah selesainya periode perawatan basah 7 hari.

**11.1.3.2.b** Lembar data produsen untuk peralatan transfer-beban pada join apabila perangkat transfer beban diwajibkan oleh dokumen kontrak.

**11.1.3.2.c** Lembar data produsen untuk lembar perlambatan penguapan jika suatu *retarder* penguapan disyaratkan oleh dokumen kontrak.



**11.1.3.2.d** Lembar data produsen pada peralatan untuk menginstal join kontraksi jika disyaratkan oleh dokumen kontrak.

**11.1.3.2.e** Lembar data produsen untuk material penutup perawatan, yaitu senyawa cairan pembentuk membran perawatan, atau metode perawatan lainnya.

**11.1.3.2.f** Rencana untuk memberikan perlindungan pada beton sebagai antisipasi kondisi lingkungan selama transportasi, pengecoran, *finishing*, dan periode perawatan yang disyaratkan.

**11.1.3.2.g** Lembar data produsen untuk pengisi join.

**11.1.3.2.h** Jika disyaratkan, lembar data produsen untuk cairan yang digunakan untuk memperpadat permukaan.

**11.1.3.2.i** Jika disyaratkan, lembar data produsen untuk memperkeras dari mineral atau campuran logam.

**11.1.3.2.j Tata letak join**

Rencana tata letak join. Jarak join maksimum harus 4,6 m, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

**11.1.3.2.k Serahkan urutan pengecoran**

Rencana menunjukkan sejauh mana setiap pengecoran, urutan pengecoran, dan jadwal untuk setiap pengecoran.

**11.1.3.2.l** Desain bekisting join konstruksi, bila disyaratkan.

**11.2 Produk**

**11.2.1 Material**

Material yang digunakan untuk konstruksi slab industrial harus sesuai dengan Pasal 3 dan Pasal 4, kecuali sebagaimana dimodifikasi dalam Pasal ini.

**11.2.1.1 Material sementisius**

Material sementisius harus sesuai dengan 4.2.1.1. Semen Tipe III ASTM C150, kekuatan awal tinggi tidak boleh digunakan, kecuali disyaratkan lain.

**11.2.1.2 Agregat**

**11.2.1.2.a** Gunakan agregat dengan ukuran maksimum nominal 40 mm sesuai dengan persyaratan 4.2.1.2, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

**11.2.1.2.b** Agregat yang digunakan untuk lapisan pondasi harus memenuhi ASTM D 2940, kecuali disyaratkan lain.

**11.2.1.3 Bahan tambahan campuran**

**11.2.1.3.a** Kecuali disyaratkan lain, kalsium klorida atau bahan tambahan campuran yang mengandung klorida dari sumber lain selain kotoran dalam bahan tambahan campuran tidak boleh digunakan.



**11.2.1.3.b** Bahan tambahan campuran gelembung udara dilarang dalam campuran beton untuk digunakan dalam *slab* guna menerima *finishing* keras dengan roskam.

## 11.2.2 Campuran beton

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, proporsi campuran beton agar memenuhi berikut ini:

- Kekuatan tekan 24 MPa pada umur 28 hari;
- Slump maksimum 150 mm;
- Mampu diselesaikan untuk mencapai kepadatan tertentu, *finishing* keras dengan roskam; dan
- Penyusutan bila disyaratkan dalam dokumen kontrak.

### 11.2.2.1 Kadar udara

Beton untuk *slab* untuk menerima *finishing* keras dengan roskam tidak boleh mengandung bahan tambahan campuran gelembung udara atau memiliki kadar udara total lebih besar dari 3%.

### 11.2.2.2 Temperatur beton

Temperatur maksimum beton pada saat dituang harus 35 °C, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

### 11.2.3 Proportioning

Sesuai dengan Pasal 4 dan 11.2.2.

### 11.2.4 Retarder uap

Retarder uap harus memenuhi *retarder* uap Kelas A ASTM E1745 dan tebalnya harus minimal 0,25 mm, kecuali disyaratkan lain.

### 11.2.5 Penulangan

Apabila disyaratkan, gunakan batang tulangan berulir, tendon, atau kawat tulangan polos atau ulir dilas sesuai persyaratan 3.2 dengan jumlah sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak. Tumpuan-tumpuan harus digunakan pada jarak untuk menghasilkan pemasangan penulangan sesuai dengan dokumen kontrak.

### 11.2.6 Perangkat transfer beban

Apabila disyaratkan, sediakan perangkat transfer-beban pada join-join yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Serahkan gambar kerja perangkat transfer-beban.

### 11.2.7 Material pengisi join

Gunakan material pengisi join semi-kaku dua komponen, kecuali disyaratkan lain. Pengisi harus 100% material padat, kekerasan *Shore A* minimum 80 bila diukur sesuai dengan ASTM D2240, dan perpanjangan di bawah 25% bila diukur sesuai dengan ASTM D638.



### 11.2.8 Material pengisi join isolasi

Kecuali disyaratkan lain, gunakan material join pencegah lekatan dan memungkinkan untuk gerakan horisontal dan vertikal dari *slab* relatif terhadap elemen berbatasan yang tetap dan penetrasi.

### 11.2.9 Material perawatan

#### 11.2.9.1 Kompon perawatan

Kompon pembentuk membran perawatan harus memenuhi ASTM C309 atau ASTM C1315 dan diterapkan pada tingkat cakupan yang ditetapkan produsen. Jangan gunakan cairan pematat permukaan berbasis silikat sebagai kompon perawatan.

#### 11.2.9.2 Penutup perawatan

Penutup penahan kelembaban harus memenuhi persyaratan ASTM C171. Material tersebut harus tidak menimbulkan perubahan warna pada beton dan tidak menyerap kelembaban.

#### 11.2.10 Cairan pematat permukaan

Apabila diperlukan, gunakan cairan pematat permukaan yang dapat diterima pada daerah-daerah yang ditetapkan.

#### 11.2.11 Pengeras permukaan mineral atau metal dikocok

Bila disyaratkan, gunakan pengeras kocok-kering yang dapat diterima di daerah-daerah tertentu.

### 11.3 Pelaksanaan

#### 11.3.1 Persiapan

Bukti *roll* dasar yang disiapkan sesuai dengan dokumen kontrak. Kecuali disyaratkan lain, padatkan lapisan agregat sampai sedikitnya 95% dari kepadatan maksimum yang diuji sesuai dengan ASTM D698. Penuhi persyaratan pada 5.3.1 dan verifikasi bahwa elevasi permukaan dasar adalah dalam toleransi +0 mm dan -13 mm dari elevasi yang direncanakan. Toleransi elevasi permukaan dasar ini harus dipertahankan selama pengecoran beton. Bila diperlukan, instal *retarder* uap yang dapat diterima sesuai dengan ASTM E1643 langsung di bawah *slab* di daerah yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Jahitan lap sedikitnya 150 mm dan plester menerus.

#### 11.3.2 Pengukuran, penakaran, dan pencampuran

Pengukuran, penakaran, dan pencampuran harus memenuhi 4.3.1.

#### 11.3.3 Pengiriman

Pengiriman harus memenuhi 4.3.2.

#### 11.3.4 Pengecoran beton

Pengecoran harus memenuhi 5.3.2.



### 11.3.5 Finishing permukaan *slab*

*Finishing* permukaan *slab* harus sesuai 5.3.4, kecuali disyaratkan lain. *Finishing* harus diatur waktunya sesuai kondisi proyek. Air tidak boleh ditambahkan ke permukaan *slab* selama *finishing*. Bila disyaratkan, aplikasikan pengeras permukaan sesuai rekomendasi produsen.

#### 11.3.5.1 Toleransi permukaan

Kecuali toleransi alternatif disyaratkan, kerataan permukaan keseluruhan minimum harus  $F_{L35}$ , *levelness* harus  $F_{L25}$ , dan luas lokal minimum harus  $F_{F23}$ ,  $F_{L17}$  seperti ditentukan oleh ASTM E1155.

**11.3.5.2** Toleransi permukaan harus diukur dalam waktu 72 jam setelah *finishing* dan hasil uji disampaikan kepada perencana/penanggung jawab struktur dalam waktu 3 hari dari pengukuran.

### 11.3.6 Join

#### 11.3.6.1 Join isolasi

Pasang material join isolasi sampai kedalaman penuh *slab*.

#### 11.3.6.2 Join konstruksi

Join konstruksi harus memenuhi 2.2.2.5, 2.3.1.4 dan 5.3.2.6. Join konstruksi harus tegak lurus terhadap permukaan *slab* dan tidak boleh dikonstruksikan menggunakan *keyways*. Kecuali disyaratkan lain, join konstruksi dengan dowel yang dirancang untuk memungkinkan pelebaran harus dipotong sampai  $\frac{1}{4}$  tebal *slab* atau 50 mm, mana yang lebih kecil. Luruskan pemotongan gergaji dengan join.

#### 11.3.6.3 Join kontraksi

Join kontraksi harus memenuhi 5.3.5, kecuali disyaratkan lain. Jika digunakan gergaji pemotong dengan awal kering, ganti pelat selip dan pisau sesuai direkomendasikan oleh produsen peralatan untuk meminimalkan *saw-cut raveling*. Instal gergaji pemotong tegak lurus permukaan *slab*. Lindungi join dari kerusakan akibat kegiatan konstruksi.

#### 11.3.6.4 Perangkat transfer beban

Perangkat transfer beban harus memenuhi 5.3.2.5. Instal perangkat pada tengah-tengah kedalaman *slab* dan aman untuk menghindari perpindahan. Konsolidasi beton di sekitar perangkat transfer-beban dengan getaran berbatasan langsung ke perangkat untuk memastikan kontak penuh antara beton dan baja.

### 11.3.7 Perawatan dan proteksi

Perawatan dan proteksi harus sesuai 5.3.6 dan berikan perawatan paling sedikit 7 hari, kecuali disyaratkan lain. Terapkan penutup perawatan sesegera mungkin tanpa merusak permukaan yang sudah diselesaikan. Pasang penutup penahan kelembaban dengan cara untuk mencegah timbulnya perubahan warna permukaan atau tanda. Jaga *slab* terus basah setelah *finishing* akhir tuntas dan selama periode perawatan. Temperatur air yang digunakan tidak boleh lebih dari 11 °C lebih dingin dari temperatur permukaan beton. Kecuali jika diizinkan, jangan aplikasikan kompon perawatan dengan lantai finis berikutnya atau pemadat permukaan akan dipasang. Apabila diizinkan, kompon perawatan, termasuk yang dianggap



lenyap dengan sendirinya, harus dihapus secara mekanis dengan metode yang dapat diterima untuk menyelesaikan lantai atau produsen untuk memadatkan permukaan.

#### 11.3.8 Cairan pematat permukaan

Apabila disyaratkan, aplikasikan cairan pematat permukaan sesuai dengan rekomendasi produsen. Setelah masa perawatan, hapus material perawatan, biarkan permukaan *slab* kering udara selama 7 hari, dan aplikasikan produk.

#### 11.3.9 Pengisian join

Isi join dengan pengisi join semi-kaku, kecuali disyaratkan lain. Instal pengisi join penuh sedalam pemotongan dengan gergaji. Kecuali disyaratkan lain, jangan instal pengisi join lebih awal dari yang direkomendasikan oleh produsen pengisi. Join harus diisi sedikit lebih kemudian dipapas rata. Selama masa garansi proyek, pantau pengisi join untuk pemisahan (baik adhesif maupun kohesif) dan pantau deteriorasi beton sepanjang join seperti join melebar. Kecuali disyaratkan lain, pemisahan harus dikoreksi dalam periode garansi proyek.

### 12 Konstruksi *tilt-up*

#### 12.1 Umum

##### 12.1.1 Deskripsi

Pasal ini mencakup persyaratan untuk persiapan, pencetakan, dan pendirian panel beton *tilt-up* sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak.

##### 12.1.2 Koordinasi

Koordinasikan pekerjaan yang disyaratkan dalam pasal ini dengan pekerjaan perdagangan lain, dan pekerjaan beton lain pada proyek.

##### 12.1.3 Persyaratan umum

Beton *tilt-up* harus memenuhi persyaratan pada Pasal 1 sampai 5, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini dan ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

##### 12.1.4 Penyerahan

Sampaikan item-item yang disyaratkan dalam 12.1.4.1 sampai 12.1.4.8, kecuali disyaratkan lain.

###### 12.1.4.1 *Shim* tumpuan

Data tipe *shim* tumpuan.

###### 12.1.4.2 Zat pewarna

Data zat pewarna.

###### 12.1.4.3 Pencegah lekatan

Data pencegah lekatan.



#### 12.1.4.4 Gambar

Gambar kerja panel *tilt-up*, termasuk lokasi panel, pendirian, *breising* dan detail pengangkatan. Gambar kerja panel *tilt-up* harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi.

#### 12.1.4.5 Mockup lapangan

*Mockup* lapangan harus dua panel paling sedikit 1,2 m x 2,4 m yang dibangun dan didirikan dengan menggunakan material dan metode yang dirinci dalam gambar kerja panel. Termasuk prosedur *edge* dan *reveal*, penyelesaian khusus, warna, perbaikan, dan ukuran agregat. Jaga *mockup* lapangan sampai pekerjaan selesai lengkap.

#### 12.1.4.6 Grout

Data grout panel.

#### 12.1.4.7 Sistem isolasi *sandwich* (pelat tiga lapis)

Detail sambungan struktural yang digunakan untuk mengkonstruksikan panel *sandwich* beton yang diisolasi.

#### 12.1.4.8 Perbaikan cacat

Metode dan material untuk perbaikan cacat.

#### 12.1.5 Kualifikasi kontraktor *tilt-up*

Sediakan dokumentasi kualifikasi kontraktor *tilt-up*. Pekerja harus mahir dalam operasi produksi dan operasi pendirian dan harus berada di bawah pengawasan langsung dari Pengawas *tilt-up* bersertifikat ACI. Pekerja untuk pendirian beton *tilt-up* wajib menyerahkan dokumentasi minimal 2 tahun pengalaman dalam pendirian produk *tilt-up*, termasuk proyek-proyek serupa dalam ukuran dan ruang lingkup.

### 12.2 Produk

#### 12.2.1 Agregat

Agregat harus memenuhi persyaratan Pasal 4, kecuali disyaratkan lain.

##### 12.2.1.1 Agregat permukaan

Sediakan agregat halus dan kasar untuk setiap tipe finising ekspos dari satu sumber atau tambang.

##### 12.2.1.2 Agregat struktural

Sediakan agregat halus dan kasar dari satu sumber atau tambang.

#### 12.2.2 Shim tumpuan

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, gunakan *shim* tumpuan plastik. *Shim* tumpuan plastik harus didesain untuk mendukung beban-beban kerja konstruksi.



### 12.2.3 Pemecah lekatan

Pemecah lekatan harus kompatibel dengan material perawatan dan dengan pelapis yang digunakan pada panel beton interior atau eksterior atau *slab* lantai.

### 12.2.4 Cor jangkar dan sambungan

#### 12.2.4.1 Sisipan pengangkat

Sediakan sisipan struktural dan komponen-komponen untuk digunakan sebagai sisipan pengangkat dari satu sumber produsen guna mengangkat panel *tilt-up*.

#### 12.2.4.2 Sisipan pengaku

Sediakan sisipan struktural dari satu sumber produsen untuk pengaku sementara panel *tilt-up*.

### 12.2.5 Zat pewarna

Zat pewarna harus sesuai dengan ASTM C979.

### 12.2.6 Kompon perawatan

Tipe cairan pembentuk membran kompon perawatan harus sesuai dengan ASTM C309, Tipe I dan ID, Kelas B.

**12.2.6.1** Kompon perawatan dan pemecah lekatan boleh produk yang sama, jika diterima.

**12.2.6.2** Apabila kompon perawatan bukan material yang sama dengan pemecah lekatan, kompatibilitas harus ditentukan sebelum menerapkan kompon perawatan.

### 12.2.7 Campuran permukaan

Ketebalan minimum campuran permukaan harus yang terbesar antara 25 mm, 1-1/2 kali ukuran maksimum nominal agregat yang digunakan, dan ketebalan minimum untuk menyiapkan 20 mm selimut beton di atas penulangan.

### 12.2.8 Grout

Semen portland yang digunakan pada grout harus sesuai dengan ASTM C150.

**12.2.8.1** Grout anti susut harus pracampur, dikemas, agregat besi atau nonbesi, grout tahan susut sesuai ASTM C1107/C1107M.

### 12.2.9 Sistem isolasi *sandwich* (tiga lapis)

Kecuali disyaratkan lain, sambungan struktural yang digunakan dalam konstruksi panel *sandwich* beton terisolasi harus mempertahankan nilai-R material efektif yang dapat diterima dari panel sesuai yang disyaratkan dalam ASHRAE Standard 90.1.

## 12.3 Pelaksanaan

### 12.3.1 Lapisan dasar pencetakan



Cetak panel di atas *slab* lantai atau *slab* limbah. *Slab* limbah, jika digunakan, paling sedikit tebalnya harus 50 mm apabila dicor di dasar yang dipadatkan atau paling sedikit 75 mm jika tidak digunakan dasar yang dipadatkan. Kuat tekan beton dasar pencetakan harus paling sedikit 17 MPa pada umur 28 hari.

**12.3.1.1** Gunakan *slab* dan sisi-sisi bekisting yang bersih ketika beton dicorkan.

**12.3.1.2** Dempul join-join bekisting antara dasar pengecoran dan sisi-sisi bekisting.

**12.3.1.3** Perbaiki bekas potongan gergaji, retak-retak, atau join-join dasar pengecoran dengan suatu bahan pengisi yang akan meminimalkan cacat permukaan pada permukaan panel *tilt-up*.

**12.3.1.4** Untuk panel yang dicor dalam susunan tumpukan vertikal, permukaan yang ditrowel harus dianggap sebagai dasar pengecoran.

### **12.3.2 Pemecah lekatan**

Aplikasikan pemecah lekatan ke permukaan yang akan dicor sesuai dengan rekomendasi pabrik.

### **12.3.3 Pembukaan**

Kencangkan *reveals* (rustikasi) atau join palsu untuk mencegah gerakan atau mengambang selama operasi pengecoran beton.

**12.3.3.1** Rustikasi tidak boleh menyimpang dari lokasi yang didesain lebih dari 6 mm di atas 3 m pada sembarang bidang.

**12.3.3.2** Verifikasi alinemen yang benar antara rustikasi yang bersebelahan sebelum pengecoran beton.

### **12.3.4 Identifikasi panel**

Setiap panel harus memiliki tanda panel yang sesuai dengan tanda identifikasi pada gambar kerja. Beri tanda silinder uji dan balok uji dengan identifikasi yang sama.

### **12.3.5 Bekisting samping**

Sisi-sisi bekisting harus tetap berada di tempatnya dan diberi pengaku sampai panel mencapai kuat tekan 3,5 MPa.

### **12.3.6 Pengecoran beton**

Jangan mengecor beton sampai sisi-sisi bekisting dan pemasangan tulangan telah disetujui.

**12.3.6.1** *Cold joint* tidak diperbolehkan.

**12.3.6.2** Atur perangkat penjangkaran ke beton sebelum mencapai pengikatan awal sesuai yang didefinisikan oleh ASTM C403/C403M dan konsolidasikan beton di sekitar perangkat penjangkaran.

### **12.3.7 Finishing**

Finishing beton harus sesuai dengan dokumen kontrak.



**12.3.7.1** Perbaiki panel dan dasar cetakan dengan bahan perbaikan beton yang dapat diterima.

**12.3.7.2** Permukaan ekspos harus cocok dengan sampel atau panel *mockup* yang telah disetujui.

### **12.3.8 Finishing halus**

*Finishing* halus harus merupakan hasil dari mencetak pada permukaan halus dan keras hasil *trowel* atau permukaan dihasilkan dengan *trowel* keras.

### **12.3.9 Finishing bertekstur halus**

Finishing bertekstur halus harus merupakan hasil dari pengecoran pada cetakan bertekstur, bergalur, atau pahatan.

### **12.3.10 Membuat finishing tekstur**

Membuat *finishing* tekstur harus mengkombinasikan hasil pengecoran pada galur, pahatan, atau bentuk bertekstur diikuti oleh penghancuran bagian-bagian dari proyeksi permukaan.

**12.3.10.1** Dapatkan keseragaman belahan dengan bergantian memukul sisi-sisi berlawanan dari galur.

### **12.3.11 Finishing agregat ekspos dengan retarder**

Untuk mendapatkan *finishing* agregat ekspos dengan *retarder*, aplikasikan *retarder* permukaan ke permukaan dari dasar pengecoran sesuai rekomendasi pabrik.

**12.3.11.1** Ekspos agregat kasar dengan pencucian dan penyikatan, *sandblasting* ringan, atau *waterblasting* mortar permukaan sesuai petunjuk produsen *retarder* permukaan.

**12.3.11.2** Kecuali disyaratkan lain, ekspos agregat untuk menghasilkan eksposur agregat 10 mm.

### **12.3.12 Finishing agregat ekspos dengan bush-hammer**

Beton harus telah mencapai kekuatan angkat yang disyaratkan sebelum menerapkan *finishing* dengan *bush-hammer*.

### **12.3.13 Agregat yang dipasang manual untuk finishing agregat ekspos**

Amankan agregat, batu alam, atau batu bulat yang dipasang manual di atas permukaan dasar pengecoran dengan campuran semen/pasir.

**12.3.13.1** Kasarkan permukaan ekspos bubur untuk lekatan dengan beton pendukung. Isi sisa ketebalan panel dengan beton pendukung.

**12.3.13.2** Pengecoran langsung beton pendukung sampai agregat tidak diizinkan.

**12.3.13.3** Beton pendukung harus dicor dalam waktu 3 jam dari pengecoran bubur atau bubur harus dirawat basah.

**12.3.13.4** Jangan menggunakan kompon perawatan di antara bubur dan beton pendukung.



### 12.3.14 Finishing dengan sandblast

Kecuali disyaratkan lain, mortar disemprot pasir (*sandblast*) untuk menghasilkan 3 mm agregat yang muncul ke permukaan.

**12.3.14.1** Apabila media abrasif mengandung air, cuci butiran abrasif tersebut dari permukaan dinding yang telah diselesaikan sebelum terjadi pengeringan.

### 12.3.15 Veneer finishing permukaan

Pasang *veneer* bata, ubin, terra cotta, atau batu alam. Cor beton di belakang bata, ubin, terra cotta, atau batu alam yang dipasang di bagian bawah cetakan.

**12.3.15.1** Koneksikan material permukaan batu alam ke beton secara mekanis.

### 12.3.16 Perawatan panel

Gunakan cairan pembentuk membran kompon perawatan sesuai dengan rekomendasi pabrik, kecuali disyaratkan lain.

**12.3.16.1** Metode-metode perawatan basah dapat diterima. Awali perawatan basah setelah akhir *finishing* tanpa merusak permukaan. Perawatan basah untuk minimal 7 hari.

### 12.3.17 Penanganan dan pendirian panel

Kekuatan beton pada saat didirikan harus memenuhi persyaratan gambar kerja panel *tilt-up* yang disetujui.

**12.3.17.1** Sambungan dari panel ke panel harus dibuat sesuai dokumen kontrak.

**12.3.17.2** Panel yang tidak terhubung ke rangka bangunan pada saat didirikan harus diperkokoh pada posisinya sampai selesai dihubungkan.

**12.3.17.3** Lakukan pengelasan yang diperlukan untuk menghubungkan panel ke rangka bangunan dan satu sama lain sesuai dengan AWS D1.4/D1.4M.

**12.3.17.4** Perbaiki kerusakan akibat mendirikan panel *tilt-up* beton.

**12.3.17.5** Tahan kokoh panel beton untuk mengontrol bengkokan dan retak.

### 12.3.18 Toleransi

Toleransi harus sesuai dengan ACI 117M.

### 12.3.19 Pengujian untuk mendirikan panel

**12.3.19.1** Apabila disyaratkan, cor dan rawat balok-balok di lapangan sesuai dengan ASTM C31/C31M. Uji balok sesuai dengan ASTM C78.

**12.3.19.2** Cor silinder dan rawat di lapangan sesuai dengan SNI 4810:2013. Uji silinder sesuai dengan ASTM C39/C39M.

**12.3.19.3** Untuk setiap hari beton dicor, ambil paling sedikit empat silinder dan jika disyaratkan, empat balok untuk setiap kelas beton, atau setiap 110 m<sup>3</sup> atau fraksinya, tidak



kurang dari sekali untuk setiap 450 m<sup>2</sup> luas panel. Spesimen harus dirawat di lapangan. Beri tanda spesimen untuk pengidentifikasian yang tepat dengan panel terkait.

**12.3.19.4** Untuk setiap set dari empat silinder atau balok, paling sedikit dua harus diuji sebelum panel didirikan. Hasil rata-rata dari dua spesimen yang diuji harus sama atau melebihi kekuatan yang diperlukan untuk mendirikan. Spesimen yang tersisa harus disimpan sebagai cadangan untuk pengujian tambahan, jika diperlukan.

## 13 Beton struktural pracetak

### 13.1 Umum

#### 13.1.1 Deskripsi

Pasal ini meliputi persyaratan untuk komponen beton struktural pracetak. Beton struktural pracetak harus memenuhi persyaratan pada Pasal 1 sampai 5, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini. Apabila disyaratkan komponen beton pracetak ringan, harus memenuhi Pasal 7 selain ketentuan-ketentuan pada pasal ini.

#### 13.1.2 Penyerahan

**13.1.2.1** Penyerahan diperlukan sebelum pelaksanaan Pekerjaan yang disyaratkan dalam 13.1.2.1.a sampai 13.1.2.1.h.

##### 13.1.2.1.a Campuran beton

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, serahkan proporsi-proporsi dan karakteristik-karakteristik campuran untuk setiap campuran beton pracetak sesuai dengan Pasal 4.

##### 13.1.2.1.b Gambar kerja

Serahkan gambar kerja untuk pendirian komponen beton pracetak, termasuk lokasi-lokasi komponen, tampak rencana, elevasi, dimensi, prosedur penanganan, dan detail-detail sambungan.

Jika diperlukan, serahkan gambar kerja untuk bresing sementara dan penopang termasuk urutan pendirian dan rencana *breising*. Kirim perhitungan jika diperlukan, tunjukkan desain untuk sambungan-sambungan sementara, pendirian *breising*, dan urutan penyelesaian sambungan.

Jika diperlukan, serahkan gambar kerja untuk pabrikasi sesuai dengan dokumen kontrak.

##### 13.1.2.1.c Sertifikat pengelasan

Serahkan spesifikasi prosedur pengelasan dan sertifikat personil sesuai persyaratan 13.1.3.3.

##### 13.1.2.1.d Penyerahan desain struktural

Serahkan, jika diperlukan, perhitungan struktural yang telah disiapkan, ditandatangani, dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi yang terlisensi dalam wilayah hukum proyek tersebut berada.



Serahkan gambar kerja yang menunjukkan kriteria desain yang disyaratkan dan metode desain kecuali jika perhitungan desain diperlukan.

Apabila perhitungan desain harus diserahkan, termasuk perhitungan desain untuk komponen-komponen dan sambungan-sambungannya guna menahan beban penanganan dan beban lainnya sesuai yang disyaratkan oleh dokumen kontrak. Perhitungan harus menunjukkan desain untuk sambungan-sambungan pada ujung komponen dan dengan setiap komponen yang bersebelahan.

Apabila komponen-komponen dirancang menggunakan program komputer, perhitungan harus mencakup dokumentasi dari program komputer untuk mengidentifikasi metode penyelesaian, input, dan output data untuk setiap komponen. Setidaknya satu komponen harus dianalisis dan didesain dengan perhitungan yang rinci sehingga memungkinkan kajian ulang komprehensif langkah-demi-langkah dan harus diserahkan dengan data komputer untuk keperluan verifikasi.

#### **13.1.2.1.e Modifikasi desain**

Jika diusulkan modifikasi desain pada dokumen kontrak, segera beritahu perencana/penanggung jawab struktur dan serahkan gambar untuk penerimaan. Serahkan perhitungan desain bila diperlukan sesuai dengan 13.1.2.1.d. Pertahankan persyaratan desain yang ditetapkan apabila mengubah ukuran komponen dan alinemen.

**13.1.2.1.f** Serahkan kualifikasi pendiri sesuai yang disyaratkan dalam 13.1.3.1.

**13.1.2.1.g** Serahkan kualifikasi fabrikator sesuai yang disyaratkan dalam 13.1.3.2.

#### **13.1.2.1.h Pengendalian mutu pabrik**

Serahkan sertifikasi pabrik beton pracetak sesuai dengan program sertifikasi pabrik dari instansi yang berwenang. Sebagai alternatif, serahkan prosedur manufaktur dan program pengendalian mutu dan pengujian untuk perencana/penanggung jawab struktur guna dikaji ulang dan penerimaan. Serahkan bukti sertifikasi pabrik atau dokumentasi prosedur manufaktur dan program pengendalian mutu.

**13.1.2.2** Serahkan data yang disyaratkan dalam 13.1.2.2.a apabila disyaratkan.

**13.1.2.2.a** Serahkan, jika diperlukan, laporan uji material dari lembaga pengujian terakreditasi atau sertifikat material, yang ditandatangani oleh produsen atau pemasok yang menyatakan bahwa masing-masing item berikut sesuai dengan persyaratan spesifikasi:

- Material sementisius;
- Agregat beton;
- Penulangan dan baja prategang;
- Bahan tambahan campuran;
- Tumpuan bantalan;
- Bentuk baja struktural dan penampang struktural berongga;
- Isolasi; dan
- Komponen lain yang disyaratkan dalam dokumen kontrak sesuai standar yang berlaku.

#### **13.1.2.3 Retensi catatan**

Kecuali disyaratkan waktu yang lebih lama, simpan catatan pengendalian mutu dan sertifikat kesesuaian untuk setiap tipe komponen pracetak selama 5 tahun.



### 13.1.3 Penjaminan kualitas

#### 13.1.3.1 Kualifikasi pemasang

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, pelaksana beton pracetak harus terqualifikasi oleh Program Sertifikasi Pelaksana PCI dalam Kategori sesuai yang disyaratkan dalam Dokumen Kontrak sebelum mulai bekerja di lokasi proyek. Serahkan Sertifikat Kepatuhan yang diberikan oleh PCI yang menunjukkan kualifikasi dalam Pekerjaan yang masih berlaku.

Apabila akan diijinkan pelaksana yang tidak memenuhi syarat PCI, pelaksana harus memiliki pengalaman dalam pelaksanaan beton pracetak minimal pada tiga proyek yang sebanding ruang lingkup Pekerjaannya. Pelaksana yang tidak terqualifikasi oleh PCI harus mempekerjakan Auditor Lapangan Bersertifikat PCI untuk melakukan audit lapangan suatu proyek dalam kategori yang sama seperti Proyek ini sebelum memulai pendirian. Deklarasi Audit Pasca Pelaksanaan harus diserahkan.

#### 13.1.3.2 Kualifikasi pabrikator

Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus bersertifikat memenuhi program sertifikasi pabrik PCI untuk Grup dan Kategori seperti disyaratkan dalam dokumen kontrak.

Kecuali disyaratkan lain, pengujian dan pemeriksaan harus dilakukan oleh personil bersertifikat PCI. Serahkan dokumentasi sertifikasi pabrik dan personil.

Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus memiliki minimal 5 tahun pengalaman dalam memproduksi komponen beton pracetak serupa dengan yang diperlukan dalam pekerjaan.

#### 13.1.3.3 Pengelasan

Gunakan tukang las yang berkualitas, kecuali disyaratkan lain. Patuhi AWS D1.1/D1.1M dan AWS D1.4/D1.4M.

#### 13.1.3.4 Ketahanan api

Sediakan komponen beton pracetak yang ketahanan apinya memenuhi persyaratan dokumen kontrak. Kecuali disyaratkan lain, sampaikan perhitungan dari kelas ketahanan api.

#### 13.1.3.5 Konferensi prakonstruksi

Lakukan konferensi prakonstruksi di lokasi proyek, kecuali disyaratkan lain.

### 13.1.4 Pengiriman, penyimpanan dan penanganan produk

**13.1.4.1** Simpan komponen untuk mencegah kontak dengan tanah, untuk mencegah noda-noda warna, dan untuk mengontrol retak, distorsi, bengkok, atau kerusakan fisik lainnya.

**13.1.4.2** Tempatkan unit-unit yang disimpan sedemikian rupa sehingga tanda-tanda identifikasi terlihat jelas dan unit-unit dapat diperiksa.

**13.1.4.3** Kirim unit-unit beton pracetak dalam jumlah dan pada saat sedemikian sesuai jadwal proyek yang telah disepakati dan dalam urutan pengaturan yang tepat untuk menjamin kontinuitas pemasangan.

**13.1.4.4** Tangani dan angkut unit-unit dalam suatu posisi konsisten dengan bentuk dan desain mereka sesuai yang ditunjukkan pada gambar kerja.



**13.1.4.5** Angkat dan dukung unit-unit hanya pada titik-titik tertentu yang ditunjukkan pada gambar kerja.

## **13.2 Produk**

### **13.2.1 Persyaratan kinerja**

#### **13.2.1.1 Desain struktural**

Kecuali disyaratkan lain, desain setiap komponen untuk beban-beban yang disyaratkan, penanganan, pengangkutan, pendirian, dan beban-beban lain sesuai yang ditetapkan dalam dokumen kontrak. Gambar kerja harus menunjukkan metode desain yang digunakan dan harus menunjukkan detail-detail untuk sambungan diujung komponen dan dengan setiap komponen yang bersebelahan.

### **13.2.2 Material bekisting dan aksesoris**

#### **13.2.2.1 Bekisting**

Gunakan bekisting yang dimensinya stabil dan tidak menyerap air, yang akan memberikan permukaan beton pracetak kontinu dalam toleransi pabrikasi. Gunakan bekisting yang tidak reaktif dengan material beton dan cocok untuk memproduksi *finishing* yang disyaratkan.

#### **13.2.2.2 Bahan pelepas bekisting**

Gunakan bahan pelepas bekisting yang diproduksi secara komersial yang tidak melekat pada, menimbulkan noda, atau mempengaruhi pengerasan permukaan beton pracetak, dan tidak mengganggu permukaan atau perlakuan pada join beton pracetak.

### **13.2.3 Baja prategang**

#### **13.2.3.a Umum**

Gunakan material sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak dan sesuai dengan Pasal 3. Baja prategang harus bersih dan bebas dari kerak, minyak, kotoran, dan keropos. Lapisan tipis karat yang dapat dihilangkan dengan sabut baja halus diperbolehkan.

#### **13.2.3.b Strand prategang:**

- ASTM A416/A416M, Kelas 1860 MPa tak dilapis, 7-kawat, *strand* relaksasi rendah;
- ASTM A886/A886M, Kelas 1860 MPa bertakik, 7-kawat, *strand* relaksasi rendah (termasuk suplemen); dan
- ASTM A910/A910M, Kelas 1860 MPa tak dilapis, sedikit las, 2- dan 3-kawat, *strand* relaksasi rendah.

#### **13.2.3.c Tendon pasca tarik tak terikat**

ASTM A416/A416M Kelas 1860 MPa 7-kawat, *strand* relaksasi rendah dengan lapisan pencegah korosi sesuai dengan ACI 423.7.

#### **13.2.3.d Batang baja pasca-tarik**

Batang baja kekuatan tinggi tanpa dilapis, sesuai ASTM A722/A722M .

### **13.2.4 Material beton**



#### 13.2.4.1 Umum

Kecuali disyaratkan lain, material harus sesuai dengan Pasal 4 dan persyaratan tambahan berikut ini.

#### 13.2.4.2 Agregat

Jika disyaratkan *finishing* agregat diekspos, sediakan dan timbun persediaan agregat halus dan kasar sesuai dengan ASTM C33, kecuali untuk gradasi, untuk setiap tipe *finishing* diekspos menggunakan agregat (atau agregat-agregat) dari sumber yang sama untuk dicocokkan dengan sampel *finishing* yang diterima untuk seluruh proyek. Apabila agregat ringan disyaratkan, penuhi Pasal 7 kecuali sesuai modifikasi dalam dokumen kontrak.

#### 13.2.5 Material penyambung baja

Sediakan material penyambung baja dengan kelas, tipe dan *finishing* permukaan yang disyaratkan. Las *stud* berkepala dan angkur tulangan berulir yang digunakan untuk penjangkaran sesuai AWS D1.1/D1.1M dan AWS C5.4.

#### 13.2.6 Bantalan tumpuan dan aksesoris lain

**13.2.6.1** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, siapkan satu bantalan tumpuan untuk komponen beton pracetak pada 13.2.6.1.a sampai 13.2.6.1.e.

##### 13.2.6.1.a Bantalan elastomerik

AASHTO M251, polos, divulkanisir, 100% *polychloroprene* (*neoprene*) elastomer, yang dicetak sesuai ukuran atau dipotong dari lembaran yang dicetak, 50 *Durometer Shore A* sampai dengan 70 *Durometer Shore A* sesuai dengan ASTM D2240, kekuatan tarik minimum 16 MPa sesuai dengan ASTM D412.

##### 13.2.6.1.b Bantalan elastomerik diperkuat serat arah acak

Pracetak, serat sintetis arah acak yang dipasang pada elastomer. Kekerasan permukaan 70 *Durometer Shore A* sampai dengan 90 *Durometer Shore A* sesuai dengan ASTM D2240. Mampu menahan tegangan tekan dari 21 MPa tanpa retak, belah, atau lapisan lepas dibagian dalam bantalan.

##### 13.2.6.1.c Bantalan elastomerik diperkuat *cotton-duck-fabric*

Pracetak, berlapis horisontal, *cotton-duck fabric* dilekatkan pada suatu elastomer. Kekerasan permukaan 80 *Durometer Shore A* sampai dengan 100 *Durometer Shore A* sesuai dengan ASTM D2240. Sesuai dengan Divisi II, Pasal 18.10.2 dari LRFD Spesifikasi Disain Jembatan AASHTO atau *Military Specification*, MIL-C-882E.

##### 13.2.6.1.d Bantalan tanpa gesekan

Tetrafluoroethylene, diperkuat serat gelas, dilekatkan pada pelat baja lunak atau pelat tahan karat, atau bantalan elastomerik diperkuat serat arah acak.

##### 13.2.6.1.e Plastik kepadatan tinggi

Multimonomer, anti leleh, strip plastik yang mampu mendukung beban tanpa terlihat ekspansi total.



### 13.2.6.2 Aksesoris lain

#### 13.2.6.2.a Reglet (strip sempit)

Apabila disyaratkan, siapkan *reglet* yang dipasang di permukaan sesuai persyaratan pada dokumen kontrak.

#### 13.2.6.2.b Pendirian aksesoris

Sediakan klip, siku, baut, ring, mur, penggantung, plastik atau *shim* baja, dan aksesoris lain yang diperlukan untuk menginstal beton pracetak. Sediakan item-item sambungan, jangkar, siku, pelat, dan item-item lain yang aman untuk atau ditanam dalam beton pracetak atau pekerjaan lain dan diperlukan untuk mendukung dan jangkar komponen beton pracetak.

### 13.2.7 Material grout

#### 13.2.7.1 Grout pasir-semen

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, gunakan semen portland Tipe I ASTM C150, bersih, pasir alam, dan ASTM C144, atau ASTM C404, untuk memproduksi grout yang mencapai kekuatan yang disyaratkan. Jika diperlukan lebih dari satu tipe grout, setiap tipe harus digunakan di lokasi yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Material penyusun yang digunakan harus sedemikian sehingga kadar ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) larut dalam air dari grout tidak akan melebihi 0,06%  $\text{Cl}^-$  berat semen yang diuji sesuai ASTM C1218/C1218M.

#### 13.2.7.2 Grout anti susut

Apabila disyaratkan, gunakan grout anti susut pracampur prakemas, sesuai dengan ASTM C1107/C1107M. Kecuali disyaratkan lain, gunakan grout bebas besi. Bila diperlukan, serahkan prosedur pemasangan lapangan. Material penyusun yang digunakan harus sedemikian sehingga kadar ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) larut dalam air dari grout tidak akan melebihi 0,06%  $\text{Cl}^-$  berat semen yang diuji sesuai ASTM C1218/C1218M.

#### 13.2.7.3 Grout epoksi-resin

Apabila disyaratkan, gunakan dua komponen, diisi mineral, grout epoksi-resin sesuai persyaratan ASTM C881/C881M untuk tipe, mutu, dan kelas yang disyaratkan.

### 13.2.8 Komponen panel isolasi dan aksesoris

#### 13.2.8.1 Umum

Bila disyaratkan dalam dokumen kontrak, sediakan komponen beton pracetak terisolasi dengan ketebalan dan nilai R yang disyaratkan. Gunakan material isolasi sesuai persyaratan 13.2.8.2 sampai 13.2.8.4 pada lokasi-lokasi yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

#### 13.2.8.2 Papan insulasi *expanded-polystyrene*

Insulasi termal *polystyrene cellular* kaku sesuai dengan ASTM C578.

#### 13.2.8.3 Papan insulasi *extruded-polystyrene*

Insulasi termal *polystyrene cellular* kaku sesuai dengan ASTM C578.



#### 13.2.8.4 Papan insulasi *polyisocyanurate*

Tepi siku, kaku, seluler, isolasi termal *polyisocyanurate* sesuai dengan ASTM C591 atau ASTM C1289.

#### 13.2.8.5 Konektor *wythe*

Sediakan konektor *wythe* yang diproduksi untuk koneksi ke *wythe* panel beton pracetak. Kecuali disyaratkan lain, konektor *wythe* harus salah satu dari yang berikut:

- Konektor polimer serat kaca dan vinil-ester;
- Konektor *pin* polypropylene;
- Konektor *pin* baja tahan karat;
- Batang tulangan berlapis seng (digalvanis) dibengkok;
- Rangka kawat dilas dilapisi seng (digalvanis);
- Konektor kawat bengkok dilapisi seng (digalvanis);
- *Grid* serat karbon dilapisi epoksi; dan
- Silinder metal selongsong angkur.

#### 13.2.9 Campuran beton

##### 13.2.9.1 Umum

Siapkan campuran-campuran beton untuk setiap tipe beton yang diperlukan.

##### 13.2.9.2 Campuran beton normal

Kecuali disyaratkan lain, proporsi campuran dengan batch coba laboratorium atau metode data uji lapangan sesuai dengan Pasal 4 dengan material-material yang akan digunakan pada proyek untuk menghasilkan beton normal dengan properti sebagai berikut:

- Kekuatan tekan yang disyaratkan pada 28 hari: minimal 35 MPa;
- Maksimum *w/cm*: 0,45, kecuali disyaratkan lain; dan
- Beton yang diberi gelembung udara sesuai disyaratkan dalam 4.2.2.7.b, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

##### 13.2.9.3 Campuran beton ringan

Kecuali disyaratkan lain, apabila beton ringan disyaratkan, proporsi campuran *batch* coba laboratorium atau metode data uji lapangan sesuai dengan Pasal 7, dengan material yang akan digunakan di proyek, agar menghasilkan beton ringan dengan properti-properti sebagai berikut:

- Kekuatan tekan yang disyaratkan pada 28 hari: minimal 35 MPa;
- Hitung densitas keseimbangan sesuai dengan ASTM C567; dan
- Beton yang diberi gelembung udara sesuai yang disyaratkan dalam 4.2.2.7.b, kecuali disyaratkan lain atau diizinkan.

#### 13.2.10 Pabrikasi bekisting

##### 13.2.10.1 Umum

**13.2.10.1.a** Bekisting harus sesuai dengan Pasal 2 kecuali sebagaimana dimodifikasi dalam pasal ini.



**13.2.10.1.b** Jaga bekisting untuk memberi komponen beton pracetak dengan bentuk, garis, dan dimensi sempurna sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak dalam toleransi pabrikan yang disyaratkan pada ACI ITG-7M. Kecuali disyaratkan lain, tepi-tepi dan sudut-sudut harus di *chamfer*.

### **13.2.11 Perangkat keras**

#### **13.2.11.1 Pengecoran jangkar, sisipan, pelat, siku, dan perangkat keras penjangkaran lain**

Posisikan perangkat keras penjangkaran yang akan dicor untuk menambat perangkat keras longgar dan amankan di tempat selama operasi pracetak. Cari lokasi perangkat keras supaya tidak mempengaruhi posisi tulangan utama atau pengecoran beton. Pabrikan perangkat keras penjangkaran agar memenuhi persyaratan desain. Jangan pindah pelat-pelat bantalan di unit-unit kecuali diizinkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**13.2.11.2** Lengkapi item-item perangkat keras longgar termasuk pelat-pelat baja, klip sudut, siku dudukan, jangkar, dowel, kram, penggantung, dan perangkat keras lainnya pengaman unit-unit beton pracetak ke pendukung dan konstruksi yang berbatasan. Sediakan pengaturan diagram, *template*, instruksi, dan petunjuk instalasi.

### **13.2.12 Pabrikasi**

**13.2.12.1** Kecuali jika diizinkan, berikan ukuran dan bentuk dari komponen-komponen yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

**13.2.12.2** Sediakan *reglet*, slot, lubang-lubang, dan aksesoris-aksesoris lain sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

**13.2.12.3** Bukaan lebih besar dari 250 mm dalam dimensi apapun harus dibentuk. Jangan bor atau potong bukaan tanpa mendapat persetujuan dari perencana/penanggung jawab struktur.

#### **13.2.12.4 Penulangan**

**13.2.12.4.a** Pasang penulangan non-prategang dan baja prategang dalam toleransi yang disyaratkan dalam ACI ITG-7M untuk menjaga selimut beton yang disyaratkan oleh dokumen kontrak. Atur, jarak, dan amankan batang tulangan pengikat dan pendukung penulangan untuk menahan penulangan pada posisinya selama operasi pengecoran dan konsolidasi beton. Posisikan ujung-ujung kawat pengikat jauh dari permukaan beton ekspos.

**13.2.12.4.b** Instal kawat penulangan dilas sepanjang masih praktis. Kecuali disyaratkan lain, lewatkan potongan kawat bersebelahan setidaknya satu spasi penuh dan gunakan kawat untuk mengikat lap. Offset lap lebar bersebelahan untuk mencegah lap menerus di salah satu arah.

**13.2.12.5** Cor beton dalam operasi yang kontinu untuk mencegah terbentuknya *cold joint* atau bidang-bidang perlemahan dari pembentukan komponen beton pracetak.

**13.2.12.6** Konsolidasi beton dengan penggetaran internal, penggetaran eksternal, atau keduanya tanpa dislokasi atau merusak penulangan dan item-item terpasang tetap.

**13.2.12.7** Identifikasi titik angkat komponen beton pracetak dan orientasinya pada struktur dengan penandaan yang permanen, sesuai dengan penandaan yang ditunjukkan pada



gambar kerja. Cetak atau beri tanda permanen tanggal pengecoran dan identifikasi komponen pada setiap komponen beton pracetak pada permukaan yang tidak akan diperlihatkan pada struktur yang sudah diselesaikan.

**13.2.12.8** Rawat beton dengan menjaga kelembaban atau dipercepat dengan perawatan uap panas atau panas radiasi dan kelembaban. Rawat komponen sampai kekuatan tekan melebihi kekuatan yang disyaratkan untuk pelepasan.

#### **13.2.12.9 Temperatur maksimum perawatan awal**

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, temperatur beton maksimum selama perawatan awal tidak boleh melebihi 67°C. Ukur temperatur di dalam bagian komponen yang kemungkinan akan mengalami temperatur beton tertinggi selama perawatan. Kenaikan sementara pada temperatur perawatan awal beton maksimum untuk jangka waktu kurang dari 2 jam asalkan tidak melebihi temperatur maksimum lebih dari 3°C.

**13.2.12.10** Prategang komponen beton pracetak dengan metode pratarik atau pasca-tarik apabila disyaratkan.

**13.2.12.10.a** Tunda *detensioning* atau pasca-tarik komponen beton prategang pracetak sampai beton mencapai kekuatan tekan yang disyaratkan untuk pelepasan atau penarikan.

**13.2.12.10.b** *Detension* baja pratarik dengan secara bertahap melepaskan jack *tensioning* atau memotong tendon dengan api, menggunakan urutan dan pola tertentu untuk mencegah sengatan atau pembebanan yang tidak seimbang.

**13.2.12.10.c** Jika beton dirawat panas, *detension* ketika beton masih hangat dan lembab.

**13.2.12.10.d** Lindungi ujung *strand* dan penjangkaran, tidak ekspos terlihat ketika dalam masa layan, dengan *bitumastic*, kaya seng, atau cat epoksi.

**13.2.12.10.e** Apabila kemunculan ujung-ujung komponen dinilai kritis atau terekspos kondisi lingkungan yang berat, lindungi ujung-ujung *strand* dan penjangkaran dengan mortar anti susut non-metal minimal setebal 25 mm dan *sack rub surface*. Pastikan kebersihan bagian dalam permukaan kantong, bebas dari material pelepas dan pelumas. Lapsi atau semprot bagian dalam permukaan kantong dengan lateks atau *epoxy bonding agent* sebelum menginstal kantong mortar.

**13.2.12.11** Kecuali disyaratkan lain, perbaiki kerusakan komponen beton pracetak untuk memenuhi persyaratan dari prosedur perbaikan yang diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

#### **13.2.12.12 Pengecoran panel terisolasi**

**13.2.12.12.1** Apabila disyaratkan panel terisolasi, cetak dan *screed* bawah *wythe* didukung oleh bekisting.

**13.2.12.12.2** Tempatkan papan isolasi sehingga sisi-sisi dan ujung-ujung berbatasan dengan papan yang berdekatan. Masukkan konektor *wythe* melalui isolasi dan konsolidasikan beton di sekitar konektor sesuai dengan instruksi tertulis produsen konektor.

**13.2.12.12.3** Cetak dan *screed* atas *wythe* sesuai finising yang disyaratkan.



### 13.2.13 Toleransi pabrikasi

**13.2.13.1** Kecuali disyaratkan lain, pabrikasi komponen beton pracetak untuk ukuran dan bentuk dengan tepi dan sudut-sudut ekspos sehingga setiap komponen yang sudah diselesaikan sesuai dengan ACI ITG-7M.

### 13.2.14 *Finishing*

#### 13.2.14.1 *Finishing* komponen struktural

Sediakan salah satu *finishing* di 13.2.14.1.a sampai 13.2.14.1.d untuk permukaan yang dibentuk dari komponen struktur pracetak sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak.

##### 13.2.14.1.a *Finishing* kelas komersial

Hapus sirip dan tonjolan yang lebih besar dari 3 mm dan isi lubang dengan diameter lebih besar dari 13 mm. Gosok atau gerinda tepi yang tidak rata. Lubang udara, tanda air, dan variasi warna dapat diterima. Ofset join bekisting yang diizinkan dibatasi sampai 5 mm.

##### 13.2.14.1.b *Finishing* kelas standar

Produksi *finishing* bekisting halus dalam bekisting untuk menghasilkan *finishing* beton halus. Lubang udara permukaan lebih kecil dari 13 mm, variasi warna, tanda join bekisting, keping-keping, dan pecahan-pecahan dapat diterima. Isi lubang udara dengan lebar lebih besar dari 13 mm yang terjadi dalam konsentrasi tinggi (lebih dari satu per 1300 mm<sup>2</sup>). Ofset join bekisting yang diizinkan dibatasi sampai 3 mm.

##### 13.2.14.1.c *Finishing* Kelas B

Isi rongga-rongga udara dan lubang-lubang yang berdiameter lebih besar dari 6 mm dengan pasta semen-pasir yang cocok warnanya dengan permukaan yang bersebelahan. Isi lubang-lubang udara berdiameter lebih besar dari 3 mm yang terdapat dengan konsentrasi tinggi (lebih dari satu per 1300 mm<sup>2</sup>). Gerinda sampai halus ofset atau sirip yang lebih besar dari 3mm. Perbaiki cacat permukaan akibat penyok dalam bekisting. Perubahan warna diizinkan pada join bekisting.

##### 13.2.14.1.d *Finishing* Kelas A

Perbaiki cacat-cacat permukaan dengan pengecualian lubang-lubang udara dengan diameter kurang dari 1,5 mm dan tanda-tanda pada bekisting dengan deviasi permukaan kurang dari 1,5 mm. Aplikasikan secara ringan lapisan pasta semen yang rapi pada permukaan ekspos. Gosok kering lapisan pasta dengan goni untuk menghilangkan partikel-partikel yang mudah lepas. Perubahan warna diizinkan pada join bekisting. Gerinda sampai halus join-join bekisting.

#### 13.2.14.2 *Finishing* permukaan yang tidak dicetak

Kecuali disyaratkan lain, *screed* atau *finishing* secara ringan permukaan yang tidak dicetak. Jika diperlukan, ratakan dan konsolidasikan beton dengan *screed* penggetar untuk menghasilkan *finishing* seragam. *Screed* manual pada proyeksi-proyeksi. Diizinkan variasi warna atau cacat-cacat.

#### 13.2.14.3 Permukaan atas komponen komposit



Permukaan atas dari T ganda, papan *hollow-core*, atau komponen-komponen beton pracetak lain yang akan diberi *topping* harus memiliki *finishing* goresan kasar melintang diskarifikasi (*scarified*) untuk menghasilkan alur-alur paling sedikit sedalam 6 mm.

#### 13.2.15 Sumber pengendalian mutu

##### 13.2.15.1 Uji untuk pengendalian mutu

Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus disertifikasi sesuai dengan program sertifikasi pabrik PCI dan mematuhi sumber persyaratan pengujian. Program pengujian dan pemeriksaan harus menggunakan personil bersertifikat dan dapat diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur. Serahkan dokumentasi sertifikasi PCI dari pabrik dan personil.

**13.2.15.2** Pemilik dapat mempekerjakan lembaga pengujian terakreditasi yang independen untuk mengevaluasi pengendalian mutu dan metode pengujian pabrikator.

**13.2.15.2.a** Berikan kepada lembaga pengujian pemilik akses ke area penyimpanan material, peralatan produksi beton, pengecoran beton, dan fasilitas perawatan. Bekerja sama dengan dan menyediakan fasilitas yang diperlukan untuk lembaga pengujian pemilik dan berikan sampel material dan campuran beton sesuai yang diminta untuk pengujian dan evaluasi tambahan.

##### 13.2.16 Penerimaan elemen pracetak

Komponen-komponen beton pracetak akan dianggap kurang baik jika beton gagal memenuhi kekuatan beton, durabilitas, atau persyaratan finising permukaan.

##### 13.2.17 Pekerjaan yang cacat

Apabila diijinkan, perbaiki komponen-komponen yang terkelupas, *spall*, atau retak. Dapatkan penerimaan dari insinyur perencana berlisensi yang bertanggung jawab untuk mendesain komponen-komponen beton pracetak sebelum melakukan perbaikan struktural. Ganti komponen yang tidak dapat diterima dengan komponen beton pracetak yang sesuai dengan persyaratan.

#### 13.3 Pelaksanaan

##### 13.3.1 Pesiapan

**13.3.1.1** Serahkan perangkat penjangkaran yang akan ditanam di dalam atau dilekatkan ke rangka struktural bangunan gedung atau pondasi. Berikan gambar kerja untuk lokasi-lokasi, pengaturan diagram-diagram, dan template untuk instalasi yang tepat dari masing-masing perangkat penjangkaran.



### 13.3.2 Pemeriksaan

**13.3.2.1** Periksa rangka struktural pendukung atau pondasi untuk memenuhi persyaratan toleransi pemasangan, toleransi permukaan tumpuan, dan kondisi lain yang mempengaruhi kinerja. Beritahu perencana/penanggung jawab struktur jika ada kondisi yang tidak memuaskan. Lanjutkan dengan pemasangan hanya setelah kondisi yang tidak memuaskan telah diperbaiki.

**13.3.2.2** Jangan instal komponen beton pracetak sampai pondasi pendukung beton cor di tempat dan rangka struktural bangunan telah mencapai kekuatan tekan sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak dan baja pendukung, rangka beton pracetak, atau rakitan-rakitan secara struktural siap menerima beban dari komponen-komponen beton pracetak.

### 13.3.3 Pendirian

**13.3.3.1** Instal klip-klip longgar, gantungan-gantungan, bantalan-bantalan pendukung, dan aksesoris lain yang diperlukan untuk mengkoneksikan beton pracetak ke komponen-komponen pendukung dan material-material cadangan.

**13.3.3.2** Dirikan komponen-komponen beton pracetak dalam toleransi yang disyaratkan dalam 13.3.4. Sediakan rangka struktural sementara, pendukung-pendukung, dan pengaku untuk mempertahankan posisi, stabilitas, dan alinemen dari komponen-komponen sampai sambungan-sambungan permanen diselesaikan.

**13.3.3.2.a** Instal *shim* penjaga jarak sementara dari baja atau plastik atau bantalan pendukung ketika komponen beton pracetak sedang didirikan. *Shim* baja las *tack* bersama-sama untuk mencegah mereka terpisah-pisah.

**13.3.3.2.b** Jaga alinemen join horizontal dan vertikal dan lebar join yang seragam dalam toleransi yang ditetapkan ketika pendirian dilangsungkan.

**13.3.3.2.c** Bersihkan perangkat pengangkat yang menonjol, dan ketika istirahat terkena, gunakan grout pasir-semen untuk mengisi ruang-ruang kosong dalam perangkat pengangkat tersembunyi rata dengan permukaan beton pracetak yang bersebelahan.

**13.3.3.2.d** Sediakan dan instal *header* untuk bukaan yang lebih besar dari satu kali lebar *slab* sesuai dengan instruksi tertulis pabrikator *slab hollow-core*.

**13.3.3.3** Hubungkan beton pracetak pada posisinya dengan baut, pengelasan, atau grouting sesuai yang ditentukan pada gambar kerja. Pindahkan *shims* sementara, baji-baji, dan penjaga jarak setelah hubungan permanen dan grouting selesai dan grout telah mencapai kekuatan rencana. Grout harus memiliki kekuatan tekan sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak, tetapi tidak kurang dari 14 MPa. Uji kekuatan grout sesuai dengan ASTM C109/C109M.

### 13.3.3.4 Pengelasan

Sesuai dengan persyaratan AWS D1.1/D1.1M atau AWS D1.4/D1.4M untuk pengelasan, elektroda las, penampilan, kualitas las, dan metode yang digunakan dalam mengoreksi pekerjaan pengelasan.

**13.3.3.4.a** Lindungi komponen-komponen beton pracetak dan bantalan-bantalan tumpuan dari kerusakan akibat pengelasan lapangan atau pemotongan.



**13.3.3.4.b** Las-las yang tidak ditentukan harus las sudut menerus, gunakan tidak kurang dari las sudut minimum sesuai yang disyaratkan oleh AWS D1.1/D1.1M atau D1.4/D1.4M.

**13.3.3.4.c** Untuk logam digalvanis, bersihkan permukaan metal yang terkena dampak las dengan palu *chipping* dan kemudian disikat atau gunakan perkakas listrik pembersih. Periksa las apakah ada cacat-cacat las. Jika las memenuhi AWS D1.1/D1.1M, aplikasikan pelapis paling sedikit setebal 0,10 mm lapisan tebal galvanis perbaikan cat pada permukaan yang digalvanis dengan sesuai dengan ASTM A780.

**13.3.3.4.d** Bersihkan permukaan metal yang terkena dampak las dengan palu *chipping* dilanjutkan dengan disikat atau dibersihkan dengan perkakas listrik dan perbaiki permukaan cat yang rusak sesuai dengan rekomendasi pabrik cat.

**13.3.3.4.e** Kecuali jika diizinkan lain, periksa las secara visual menggunakan inspektor las bersertifikat. Hapus, las ulang, atau perbaiki las yang tidak memuaskan.

**13.3.3.5** Gunakan pelat ring pengunci, pengelasan, atau cara lain pada sambungan dengan baut untuk mencegah melonggarnya mur setelah penyesuaian final.

**13.3.3.5.a** Apabila digunakan sambungan *slot* (lubang memanjang), pastikan posisi dan kekencangan baut ketika instalasi. Untuk sambungan luncur, amankan baut sebaik-baiknya tetapi memungkinkan baut untuk bergerak di dalam slot sambungan.

**13.3.3.5.b** Untuk sambungan slip-kritis, terapkan torsi baut yang disyaratkan dan periksa secara acak 25% dari baut dengan kunci torsi terkalibrasi. Kecuali jika diijinkan, uji semua baut jika ditemukan ada torsi baut yang tidak mencukupi. Biaya untuk pengujian ini harus ditanggung oleh kontraktor.

#### **13.3.3.6 Grouting atau kemasan kering sambungan dan join**

Join-join dan sambungan-sambungan yang harus digrouting dan urutan grouting yang kritis harus sesuai yang ditunjukkan pada gambar kerja. Pastikan grout tetap di tempatnya sampai mencapai kekuatan yang cukup untuk mendukung dirinya sendiri. Padatkan spasi dengan material grout kaku, padatkan sampai rongga terisi penuh. Cor grout dan finis halus dan siram dengan permukaan beton yang berdekatan. Segera hapus material grout dari permukaan ekspos sebelum mempengaruhi *finishing* atau mengeras. Jaga join-join yang sudah digrout agar tetap basah selama minimal 24 jam.

**13.3.3.6.a** *Trowel* halus bagian atas grout join-join pada atap untuk mencegah ketidakrataan yang mungkin mengganggu pengecoran, atau menyebabkan kerusakan pada isolasi dan atap. Finis transisi akibat perbedaan level permukaan dengan kemiringan maksimum 1:12.

**13.3.3.6.b** Apabila menggrouting ujung-ujung slab suatu *hollow-core slab*, siapkan penutup yang cocok untuk ujung *slab* atau bendung di rongga-rongga.

**13.3.3.6.c** Untuk daerah di mana rongga *slab* akan digunakan sebagai jalur listrik atau saluran mekanis, siapkan plester join tumpul pada ujung-ujung *slab*, pastikan rongga-rongga sejajar selaras.

**13.3.3.7** Setelah pemasangan, jangan memotong atau mengebor inti unit-unit beton pracetak kecuali disyaratkan atau diizinkan.

**13.3.3.8** Jangan gunakan pengencang dengan cara dibor atau *powder-actuated* untuk memasang item-item aksesoris pada komponen-komponen beton pracetak, prategang kecuali



disyaratkan atau diizinkan oleh perencana/penanggung jawab struktur. Jika diizinkan, jangan biarkan pengencang sampai mengenai tendon prategang.

#### 13.3.4 Toleransi pendirian

**13.3.4.1** Dirikan komponen beton pracetak sesuai dengan toleransi pendirian tidak kumulatif dari ACI ITG-7M.

#### 13.3.5 Penjaminan mutu lapangan

##### 13.3.5.1 Pengujian dan pemeriksaan

**13.3.5.1.a** Selain pengendalian kualitas lapangan dilakukan oleh kontraktor, uji lapangan dan pemeriksaan harus dilakukan oleh lembaga pengujian dan badan pemeriksa independen yang ditentukan pemilik.

**13.3.5.1.b** Las lapangan harus diperiksa secara visual dan *dye penetrant* atau partikel magnetik sesuai dengan ASTM E165 atau ASTM E1444. Ketika melakukan pengujian dengan ASTM E165 atau E1444, lembaga pengujian harus dikualifikasi sesuai dengan ASTM E543.

**13.3.5.1.c** Lembaga pengujian harus melaporkan hasil-hasil uji dalam waktu 7 hari dari pemeriksaan dan secara tertulis sebagaimana diperintahkan oleh Pemilik.

**13.3.5.1.d** Perbaiki atau bongkar dan ganti pekerjaan yang tidak sesuai dengan dokumen Kontrak.

**13.3.5.1.e** Pengujian dan pemeriksaan tambahan, dengan biaya kontraktor, harus dilakukan untuk menentukan kesesuaian dari pekerjaan yang dikoreksi dengan dokumen kontrak.

#### 13.3.6 Perbaikan

**13.3.6.a** Perbaikan harus diperbolehkan asalkan tidak mengganggu kecukupan struktural, kemampuan layan, daya tahan, dan penampilan.

**13.3.6.b** Perbaiki komponen-komponen yang rusak untuk memenuhi persyaratan penerimaan pada 13.2.14 dan 13.2.15.

**13.3.6.c** Campur material penambal dan perbaiki komponen-komponen sedemikian rupa sehingga setelah masa perawatan selesai tambalan menyatu dengan warna, tekstur dan keseragaman permukaan ekspos yang berdekatan dan tidak tampak ada garis yang jelas pada perbatasan antara pekerjaan yang asli dan yang perbaikan bila dilihat di siang hari dari jarak 6 m.

**13.3.6.d** Siapkan dan perbaiki kerusakan lapisan galvanis dengan cat perbaikan galvanis sesuai dengan ASTM A780.

**13.3.6.e** Sikat dengan kawat, bersihkan, dan cat perangkat keras baja *prime-painted* yang rusak dengan tipe *shop primer* yang sama.

**13.3.6.f** Buang dan ganti komponen beton pracetak yang rusak apabila perbaikan tidak dapat diterima sesuai dengan dokumen kontrak.



### 13.3.7 Pembersihan

**13.3.7.1** Segera bersihkan mortar, plester, *fireproofing*, *slag* las, dan bahan merusak lainnya dari permukaan beton dan material yang berdekatan.

**13.3.7.2** Setelah menyelesaikan perlakuan pada join, bersihkan permukaan ekspos beton pracetak untuk menghapus tanda-tanda las, tanda-tanda lain, kotoran, dan noda-noda.

**13.3.7.2.a** Lakukan prosedur pembersihan sesuai rekomendasi pabrikator beton pracetak. Lindungi pekerjaan lain dari noda warna atau kerusakan akibat operasi pembersihan.

**13.3.7.2.b** Jangan menggunakan bahan pembersih atau proses yang dapat mengubah tampilan *finishing* beton ekspos atau kerusakan material yang berdekatan.

## 14 Beton arsitektural pracetak

### 14.1 Umum

#### 14.1.1 Deskripsi

Pasal ini mencakup persyaratan untuk unit-unit beton arsitektural pracetak dan komponen-komponen beton struktural pracetak dengan *finishing* arsitektural komersial.

Unit-unit beton arsitektural pracetak dan beton struktural pracetak dengan *finishing* arsitektural harus memenuhi persyaratan Pasal 13, kecuali disyaratkan lain dalam pasal ini atau dalam dokumen kontrak.

#### 14.1.2 Penyerahan

##### 14.1.2.1 Campuran beton

Kirim proporsi untuk setiap campuran beton pracetak. Sertakan hasil-hasil uji kekuatan tekan dan apabila disyaratkan, uji penyerapan air sesuai dengan ASTM C642, kecuali untuk persyaratan mendidih.

##### 14.1.2.2 Sampel referensi desain

Kirim sampel referensi desain untuk verifikasi awal desain sesuai dengan 14.1.3.1.

##### 14.1.2.3 Panel-panel sampel

Kirim panel-panel sampel sesuai dengan 14.1.3.2.

##### 14.1.2.4 Rentang panel-panel sampel

Rentang panel-panel sampel harus disediakan sesuai dengan 14.1.3.7.

**14.1.2.5** Sampaikan data yang disyaratkan dalam 14.1.2.5.a sampai 14.1.2.5.c, apabila disyaratkan dalam dokumen kontrak.

##### 14.1.2.5.a *Mockup* ukuran penuh

Sediakan *mockup* ukuran penuh sesuai dengan 14.1.3.8.



**14.1.2.5.b** Perhitungan desain dan gambar kerja ditandatangani dan disegel oleh insinyur desain berlisensi yang bertanggung jawab atas persiapan mereka menunjukkan pengaturan tipe-tipe panel, hubungan, selimut beton, dan jenis penulangan termasuk penulangan khusus. Kirim dan koordinasikan lokasi, jenis, besaran, dan arah beban yang bekerja pada rangka struktur bangunan dari unit-unit arsitektur dengan perencanaan/penanggung jawab struktur.

**14.1.2.5.c** Laporan uji material dari lembaga pengujian terakreditasi atau sertifikat material yang ditandatangani oleh produsen yang menyatakan bahwa masing-masing item berikut sesuai dengan persyaratan spesifikasi:

- Unit-unit produk tanah liat; dan
- Batu dan jangkar batu.

#### **14.1.2.6 Kualifikasi pabrikator**

Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus tersertifikasi sesuai dengan program sertifikasi pabrik PCI dan ditunjuk sebagai pabrik bersertifikat PCI untuk Kelompok A, Kategori A1-*Cladding* Arsitektural dan Unit Penumpu Beban atau anggota Grup CA sebagaimana disyaratkan dalam dokumen kontrak.

#### **14.1.3 Panel sampel dan *mockup***

##### **14.1.3.1 Sampel referensi desain**

Sampel referensi desain untuk verifikasi awal tujuan desain harus sekitar 300 mm x 300 mm x 50 mm dan dapat mewakili *finishing*, warna, dan tekstur permukaan ekspos unit beton pracetak. Apabila permukaan belakang unit beton pracetak yang akan diekspos, termasuk sampel referensi yang menggambarkan pengerjaan, warna, dan tekstur beton cadangan dan permukaan beton.

Sampel referensi desain harus meliputi unit bata yang menunjukkan berbagai macam warna dan tekstur yang diharapkan termasuk perlakuan pada join. Berikan gambar setiap sudut atau bentuk khusus dengan dimensi-dimensi jika tidak disertakan pada sampel referensi desain.

##### **14.1.3.2 Panel sampel**

Kecuali disyaratkan lain, sebelum pabrikasi komponen-komponen CA atau unit beton pracetak arsitektural, produksi dan kirimkan masing-masing minimal dua panel sampel dengan setidaknya seluas 1,5 m<sup>2</sup> untuk ditinjau oleh perencanaan/penanggung jawab struktur. Masukkan rincian skala penuh dari fitur-fitur arsitektural, *finishing*, tekstur, dan transisi pada panel sampel.

**14.1.3.3** Tempatkan panel sampel di tempat yang ditentukan dalam dokumen kontrak.

**14.1.3.4** Bagian rusak dari suatu bidang permukaan ekspos pada dua panel sampel untuk setiap *finishing*, warna, dan tekstur, dan tunjukkan kecukupan teknik perbaikan yang diusulkan untuk memperbaiki cacat permukaan.

**14.1.3.5** Setelah penerimaan teknik perbaikan, pertahankan satu panel sampel di pabrik pembuat dan satu dilokasi proyek dalam kondisi tidak terganggu sebagai standar untuk menilai selesainya pekerjaan.



**14.1.3.6** Hancurkan dan hapus panel sampel bila diperintahkan.

**14.1.3.7 Rentang sampel panel**

Apabila disyaratkan unit-unit beton arsitektural pracetak, setelah penerimaan panel sampel dan sebelum memulai produksi unit-unit beton arsitektural pracetak, produksi dan kirimkan, jika disyaratkan, paling sedikit masing-masing tiga sampel dengan luas minimal 15 m<sup>2</sup> di daerah yang diantisipasi mewakili rentang setiap warna dan tekstur pada unit-unit proyek. Setelah penerimaan berbagai sampel oleh perencana/penanggung jawab struktur, jaga rentang panel sampel yang diterima di pabrik pembuat sebagai acuan warna dan tekstur yang diterima.

**14.1.3.8 Mockup**

Bila disyaratkan, konstruksikan *mockup* guna menunjukkan efek estetika dan menetapkan standar kualitas untuk material dan pelaksanaan. *Mockup* harus dikonstruksi setelah sampel dan rentang penerimaan sampel, tetapi sebelum memproduksi komponen-komponen struktural pracetak dengan *finishing* arsitektural atau unit-unit beton arsitektural pracetak. *Mockup* harus mewakili pekerjaan setelah selesai termasuk kaca, rangka aluminium, *sealant*, dan beton pracetak lengkap dengan angkur, sambungan-sambungan, *flashing*, dan pengisi join sesuai yang diterima pada gambar kerja final. Bangun *mockup* untuk memenuhi persyaratan berikut ini, menggunakan material yang mengindikasikan pekerjaan selesai lengkap.

**14.1.3.8.a** Bangun *mockup* di lokasi dan dengan ukuran yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

**14.1.3.8.b** Beritahu perencana/penanggung jawab struktur sebelum tanggal dan waktu ketika *mockup* harus dikonstruksikan.

**14.1.3.8.c** Dapatkan penerimaan dari perencana/penanggung jawab struktur untuk *mockup* sebelum pabrikasi.

**14.1.3.8.d** Jaga *mockup* selama konstruksi dalam kondisi tidak terganggu sebagai standar untuk menilai selesainya pekerjaan.

**14.1.3.8.e** Hancurkan dan pindahkan *mockup* apabila diperintahkan. Jangan gunakan *mockup* sebagai bagian dari pekerjaan selesai kecuali diizinkan oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**14.1.3.8.f Pengujian mockup**

Apabila disyaratkan oleh dokumen kontrak, sediakan satu *mockup* berukuran penuh untuk pengujian oleh pihak lain sejauh yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak untuk simulasi beton pracetak dan perakitan dinding jendela.

**14.2 Produk**

**14.2.1 Sistem cuci jendela**

Jika disyaratkan dukungan sistem cuci jendela, desain unit-unit beton pracetak pendukung sistem cuci jendela untuk menahan beban yang disyaratkan yang ditransmisi dari peralatan cuci jendela.



### 14.2.2 Penjangkaran batu ke beton pracetak

Jika disyaratkan *veneer* batu unit beton pracetak, berikan jumlah dan tipe angkur sesuai yang diperlukan.

### 14.2.3 *Liner* bekisting

Bila disyaratkan *liner* bekisting, desain, tekstur, pengaturan, dan konfigurasi harus sesuai dengan yang digunakan untuk sampel referensi desain beton pracetak. Berikan dukungan yang solid dan tumpuan bekisting untuk memastikan bahwa *liner* bekisting tetap di tempatnya selama pengecoran beton. Gunakan sesuai rekomendasi pabrik material pelepas cetakan yang tidak akan mengikat dengan, noda, atau merugikan pengerasan permukaan beton pracetak dan tidak akan merusak permukaan atau perawatan join beton pracetak.

### 14.2.4 Permukaan *retarder*

Jika disyaratkan atau diizinkan, gunakan bahan kimia *set retarder* untuk menunda pengikatan beton yang baru dicorkan sampai kedalaman yang disyaratkan untuk diungkap.

### 14.2.5 Unit setengah bata dan tipis dan aksesoris

**14.2.5.1** Apabila disyaratkan, unit setengah bata harus memenuhi ASTM C216 atau ASTM C1088 dan memenuhi tipe, kelas, ukuran permukaan, dan toleransi dimensi yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

**14.2.5.2** Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, sediakan unit bata tipis memenuhi persyaratan yang diberikan dalam 14.2.5.2.a sampai 14.2.5.2.m.

#### 14.2.5.2.a Tebal dan toleransi

Tebal tidak kurang dari 13 mm atau lebih dari 25 mm dengan toleransi keseluruhan + 0 mm, - 15 mm untuk setiap satuan dimensi 200 mm atau kurang dan toleransi keseluruhan + 0 mm, - 25 mm untuk setiap dimensi satuan yang lebih besar dari 200 mm diukur sesuai dengan ASTM C67.

#### 14.2.5.2.b Penyerapan air dingin pada 24 jam

Maksimum 6% saat diuji sesuai dengan ASTM C67.

#### 14.2.5.2.c *Efloresens*

Sediakan batu bata yang telah diuji sesuai dengan ASTM C67 dan dinilai "*non-effloresced*."

#### 14.2.5.2.d Keluar dari persegi

Plus atau minus 1,5 mm diukur sesuai ASTM C67.

#### 14.2.5.2.e Melenting

Plus 0, minus 1,5 mm saat diuji sesuai dengan ASTM C67.

#### 14.2.5.2.f Variasi bentuk dari yang sudut disyaratkan

Plus atau minus 1 derajat.



**14.2.5.2.g Kekuatan lekat tarik dan ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan**

Kekuatan lekat tarik sesuai dengan ASTM E488, sesuai modifikasi di bawah ini, tidak boleh kurang dari 1,0 MPa sebelum dan setelah pengujian pembekuan dan pencairan. Pengujian pembekuan dan pencairan sesuai dengan Metode B ASTM C666/C666M harus berjalan selama 300 siklus dan spesimen harus menunjukkan tidak ada kerusakan yang terdeteksi.

Siapkan 10 spesimen uji berukuran 200 mm x 400 mm dengan batu bata ditanamkan ke dalam substrat beton (sistem dirakit) untuk kekuatan lekat tarik dan ketahanan terhadap pengujian pembekuan dan pencairan. Spesimen uji dibagi dengan lima ditetapkan sebagai rakitan Sampel A dan lima ditetapkan sebagai rakitan Sampel B. Spesimen harus memiliki ketebalan minimal 65 mm ditambah ketebalan batu bata. Beton harus memiliki kekuatan tekan minimal 35 MPa dan gelembung udara 4% sampai 6%. Batu bata yang tertanam mengalirkan pola untuk spesimen uji harus batu bata ukuran modular 57 mm x 194 mm pada pola lekatan setengah berlari dengan suatu geometri join *raked* dibentuk tidak kurang dari lebar 10 mm dan kedalaman tidak lebih besar dari 6 mm dari permukaan eksterior batu bata.

Satu batu bata dari pusat masing-masing Sampel sebuah perakitan harus diuji untuk kekuatan lekat tarik. Di tempat angkur yang disyaratkan dalam ASTM E488, gunakan ketebalan pelat baja minimum 6 mm ukuran yang sama seperti permukaan batu bata tunggal dilekatkan dengan epoxy pada sebuah permukaan batu bata tunggal untuk setiap uji kekuatan lekat tarik. Pelat baja harus memiliki *pull-rod* dilas ke pelat yang ditempatkan secara sentral. Setiap perakitan Sampel B harus pertama-tama diuji untuk ketahanan beku dan cair sesuai dengan ASTM C666/C666M Metode B. Setelah pengujian ketahanan beku dan cair satu batu bata dari pusat masing-masing perakitan Sampel B harus diuji untuk kekuatan lekat tarik.

**14.2.5.2.i Modulus runtuh**

Modulus runtuh tidak boleh kurang dari 1,7 MPa bila diuji sesuai dengan ASTM C67.

**14.2.5.2.j Ketahanan kimia**

Nilai "tidak terpengaruh," apabila diuji sesuai dengan ASTM C650.

**14.2.5.2.k Pewarna permukaan**

Batu bata yang disyaratkan dengan pewarna permukaan, selain batu bata jadi yang mengkilat atau batu bata jadi-pasir, harus tahan 50 siklus pembekuan dan pencairan sesuai dengan ASTM C67 dengan tidak ada perbedaan yang diamati pada *finishing* yang diterapkan bila dilihat pada siang hari dari 6 m.

**14.2.5.2.l** Apabila disyaratkan, warna permukaan dan tekstur harus cocok dengan sampel referensi desain yang diterima oleh perencana/penanggung jawab struktur.

**14.2.5.2.m** Apabila disyaratkan, berikan tekstur permukaan semula sesuai dengan dokumen kontrak.

**14.2.6 Unit ubin keramik tanpa diglasir dan diglasir**

Kecuali disyaratkan lain, unit properti harus memenuhi hal berikut:

- Ketebalan unit tidak boleh kurang dari 10 mm;



- Badan ubin yang diglasir harus memiliki penyerap air kurang dari 3% menggunakan ASTM C373;
- Produsen harus menjamin material sebagai tahan beku; dan
- Unit-unit yang diglasir harus sesuai dengan ASTM C126.

#### 14.2.7 Unit *terra cotta* arsitektural

Apabila *terra cotta* yang disyaratkan, unit harus memenuhi persyaratan standar produsen *terra cotta* arsitektural untuk aplikasi yang ditunjukkan.

#### 14.2.8 Memasang mortar

Kecuali disyaratkan lain, mortar untuk memasang join-join unit setengah bata, ubin keramik atau *terra cotta* sebelum memasang beton pracetak harus menggunakan beton cadangan atau semen portland, ASTM C150, Tipe I, dan bersih, pasir alam, ASTM C144. Campur dengan perbandingan satu bagian semen portland dan empat bagian pasir, berdasarkan perbandingan volume, dengan air minimum yang diperlukan untuk pemasangan.

#### 14.2.9 Pointing grout lateks semen portland

Apabila Dokumen Kontrak mensyaratkan pengisian join unit batu bata setelah produksi panel beton pracetak, kecuali disyaratkan lain, gunakan *pointing* grout sesuai ANSI A118.6 (termasuk dalam ANSI A108.1) dan sesuai 14.2.9.1 atau 14.2.9.2, atau keduanya.

**14.2.9.1** Campuran grout kering, disiapkan di pabrik, dari semen portland, agregat bergradasi, dan kering, tidak dapat didispersi ulang, aditif *ethylenevinyl-asetat* untuk dicampur dengan air.

**14.2.9.2** Grout semen portland komersial, disiapkan pabrik, dengan cairan karet *stirena-botadiene* atau aditif lateks *acrylicresin*.

#### 14.2.9.3 Warna

Kecuali disyaratkan lain atau diizinkan, warna grout penunjuk harus cocok dengan sampel referensi desain.

#### 14.2.10 Sistem-sistem pengaturan untuk batu bata dan ubin keramik

Apabila batu bata atau ubin keramik yang tipis dan penuh diletakkan setelah pengecoran unit, penuhi persyaratan dalam dokumen kontrak.

Kecuali disyaratkan lain, sistem-sistem pengaturan dengan batu bata atau ubin keramik tipis dan penuh diletakkan setelah pengecoran unit beton pracetak harus sesuai dengan 14.2.10.1 atau 14.2.10.2

**14.2.10.1** Unit-unit batu bata tipis dan genteng keramik harus diatur menggunakan mortar set kering sesuai dengan ANSI A118.1 (termasuk dalam ANSI A108.1) atau mortar lateks-semen portland sesuai dengan ANSI A118.4 (termasuk dalam ANSI A108.1).

**14.2.10.2** Untuk unit bata penuh, gunakan slot ekor burung digalvanis atau baja tahan karat dalam beton pracetak, tebal tidak kurang dari 0,5 mm, slot ekor burung yang pas atau diisi serat, atau tutup permukaan bukaan slot sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.



#### 14.2.11 Permukaan batu

Bila disyaratkan, berikan permukaan batu pada beton pracetak yang memenuhi persyaratan berikut dan dokumen kontrak.

**14.2.11.1** Toleransi panjang dan lebar + 0, - 3 mm.

**14.2.11.2** Angkur harus baja tahan karat, ASTM A666, Tipe 304, temper, diameter, dan penanaman diperlukan untuk mendukung beban tanpa melebihi tegangan desain yang diizinkan.

**14.2.11.3** Bila bahan perapat celah fleksibel disyaratkan untuk mengisi lubang-lubang angkur, gunakan perapat celah modulus rendah yang tidak menimbulkan noda pada substrat batu dan yang sesuai dengan ASTM C920.

**14.2.11.4** Bila pengisi kaku disyaratkan untuk menahan penetrasi air di lubang-lubang angkur, gunakan epoksi sesuai dengan ASTM C881/C881M, solid 100%, diisi pasir dengan rasio maksimum pasir terhadap pengikat antara 6 dan 9, tidak menyusut, tidak menimbulkan noda dari tipe, kelas, dan mutu sesuai dengan aplikasi.

**14.2.11.5** Jika mengisi lubang-lubang angkur dengan epoksi kaku, paskan setiap kaki angkur dengan 60 *Durometer neoprene grommet collar*, yang memiliki lebar setidaknya dua kali diameter dan panjang setidaknya lima kali diameter angkur.

#### 14.2.11.6 Pemecah lekatan

Kecuali disyaratkan lain, pemecah lekatan antara batu dan beton pracetak harus lembaran polietilen, ASTM D4397, tebal 0,15 mm sampai 0,25 mm.

#### 14.2.12 Pabrikasi bekisting

##### 14.2.12.1 Umum

Konstruksikan bekisting mortar-rapat dengan kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan akibat pengecoran beton, operasi penggetaran, dan perubahan temperatur. Lapis permukaan kontak bekisting dengan material pelepas bekisting sebelum penulangan dipasang.

Pelihara bekisting supaya menghasilkan penyelesaian unit-unit beton pracetak dengan bentuk, *lines*, dan dimensi yang memenuhi toleransi pabrikasi ACI ITG-7M. Join-join bekisting dilarang pada permukaan ekspos yang terlihat setelah pekerjaan selesai.

##### 14.2.12.1.a Permukaan tipis dan setengah-bata

Apabila disyaratkan permukaan setengah-bata, pasang *template* untuk *liner* bekisting secara akurat guna memberikan grid untuk permukaan bata. Beri dukungan yang solid dan tumpuan-tumpuan untuk menjaga stabilitas *liner* sementara memasang bata dan sambil mengecor beton. Amankan pemasangan unit-unit bata yang menghadap ke bawah dalam kantong-kantong *liner* bekisting dan cor campuran pendukung beton pracetak. Bersihkan permukaan dan join-join permukaan bata.



#### 14.2.12.1.b *Liners* bekisting

Pasang *liner* untuk menghasilkan penampilan permukaan finis sesuai yang ditentukan dalam Dokumen Kontrak. Pasang dukungan yang solid dan tumpuan-tumpuan untuk menjaga stabilitas *liner* selama pengecoran beton. Lapsi *liner* bekisting dengan material pelepas bekisting yang tidak akan mempengaruhi material *liner* bekisting.

#### 14.2.13 Pemasangan permukaan batu

Apabila permukaan batu disyaratkan, posisikan dengan akurat permukaan batu dilokasi yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.

Pasang per penjepit, angkur, tumpuan-tumpuan, dan lain-lain tambahan yang ditunjukkan atau diperlukan untuk mengamankan batu di tempatnya. Pertahankan persyaratan kedalaman penanaman minimal angkur batu ke substrat beton. Atur arah urat batu sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak. Jarak angkur minimum 150 mm dari tepi dan pasang minimal dua angkur per unit batu yang luasnya kurang dari 0,20 m<sup>2</sup> dan empat angkur per unit batu yang luasnya kurang dari 1,1 m<sup>2</sup>. Untuk unit yang luasnya lebih dari 1,1 m<sup>2</sup> pasang angkur dengan jarak tidak lebih dari 600 mm sampai dengan 750 mm pada pusat tergantung pada peraturan bangunan gedung setempat dan beban angin lokal. Gunakan penjaga jarak menerus untuk mendapatkan join-join dengan lebar seragam sesuai yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak dan dengan tepi-tepi dan permukaan-permukaan yang selaras sesuai dengan pola dan toleransi yang disyaratkan. Pastikan tidak ada celah untuk matriks beton keluar ke permukaan batu atau join-join antara batu.

**14.2.13.1** Lengkapi dan instal *backing* perapat celah dan perapat celah ke dalam join batu-ke-batu dan join batu-ke-beton pada setiap unit. Gunakan *bead* perapat celah kontinu sepanjang kedua sisi dan bagian atas unit beton pracetak pada antar muka batu/beton pracetak. Jangan menyegel tepi bawah unit.

#### 14.2.13.2 Uji geser dan tarik angkur batu

Libatkan lembaga pengujian terakreditasi yang diterima perencana/penanggung jawab struktur untuk mengevaluasi dan menguji sistem penjangkaran batu yang diusulkan. Kirim kualifikasi lembaga pengujian yang terpilih. Sediakan dua set dari enam sampel batu 300 mm x 300 mm dengan ketebalan batu yang diusulkan. Uji geser dan kekuatan tarik dari sistem penjangkaran batu yang diusulkan sesuai dengan ASTM E488 atau ASTM C1354/C1354M yang dimodifikasi sebagai berikut:

- Sebelum pengujian, untuk penerimaan serahkan deskripsi perakitan pengujian (termasuk data yang bersangkutan pada material), alat uji, dan prosedur;
- Uji angkur batu dengan ukuran dan bentuk yang diusulkan untuk pemasangan; dan
- Uji perakitan sampai gagal dan catat beban uji pada saat gagal. Catat tipe kegagalan, penarikan jangkar, kerusakan batu, dan informasi terkait lainnya sesuai dengan persyaratan ASTM E488. Selain itu, serahkan kurva beban-defleksi dari setiap uji perakitan.

#### 14.2.14 Campuran beton permukaan dan cadangan

Apabila hanya satu permukaan unit yang diekspos, kecuali disyaratkan lain, gunakan salah satu teknik pada 14.2.14.1 atau 14.2.14.2.

**14.2.14.1** Campuran beton yang sama di seluruh ketebalan panel; atau

**14.2.14.2** Campuran beton yang berbeda untuk permukaan dan cadangan.



**14.2.14.2.a** Cor beton permukaan sampai ketebalan setelah konsolidasi yang sama atau melebihi yang terbesar dari berikut:

- 40 mm;
- Satu setengah kali agregat maksimum nominal; dan
- Selimut beton yang disyaratkan sesuai yang ditentukan dalam dokumen kontrak.

**14.2.14.2.b** Kecuali disyaratkan lain, gunakan semen dan agregat untuk campuran beton permukaan sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

#### **14.2.15 *Finishing* unit beton arsitektural pracetak**

##### **14.2.15.1 Umum**

Permukaan ekspos harus bebas dari tanda-tanda join, butiran-butiran, atau cacat-cacat yang tidak diterima pada sampel atau unit *mockup* yang diterima. Sudut-sudut, termasuk join palsu, harus seragam dan lurus. Finis permukaan ekspos unit beton pracetak untuk dicocokkan dengan sampel atau unit *mockup* yang diterima.

**14.2.15.2** Siapkan salah satu *finishing* yang dijelaskan dalam 14.2.15.2.a sampai 14.2.15.2.i sesuai yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.

##### **14.2.15.2.a *Finishing* permukaan sesuai cor**

Siapkan permukaan agar cocok dengan sampel atau unit *mockup* untuk rongga udara permukaan yang diterima, dan garis-garis pasir sebagai *finishing* permukaan cor.

##### **14.2.15.2.b *Finishing* permukaan bertekstur**

Sediakan permukaan agar cocok dengan sampel yang diterima atau unit *mockup* untuk rongga udara permukaan yang dapat diterima, garis-garis pasir, dan keseragaman warna untuk *finishing* permukaan bertekstur.

##### **14.2.15.2.c *Finishing bush-hammer***

Gunakan alat-alat listrik atau manual untuk menghilangkan matriks dan remukan agregat kasar agar cocok dengan sampel atau unit *mockup* yang diterima.

##### **14.2.15.2.d *Finishing* agregat diekspos**

Gunakan bahan kimia *retarder* pada permukaan cetakan dan prosedur cuci dan sikat untuk mengekspos agregat dan permukaan matriks sekitarnya setelah pelepasan bekisting guna dicocokkan dengan sampel atau unit *mockup* yang diterima.

##### **14.2.15.2.e *Finishing* semprotan abrasif**

Gunakan pasir halus abrasif, peralatan, teknik aplikasi, dan prosedur pembersihan untuk mengekspos agregat dan permukaan matriks sekitarnya untuk dicocokkan dengan sampel yang diterima atau unit *mockup*. Hapus matriks sampai kedalaman maksimum 1/3 diameter rata-rata ukuran agregat kasar maksimum tetapi tidak lebih dari 1/2 diameter ukuran agregat kasar terkecil.



**14.2.15.2.f Finishing etsa asam**

Gunakan larutan asam/air panas, peralatan aplikasi dan teknik, dan prosedur pembersihan untuk mengekspos agregat dan permukaan matriks sekitarnya untuk dicocokkan dengan sampel yang diterima atau unit *mockup*. Lindungi perangkat keras, sambungan, dan insulasi dari serangan asam.

**14.2.15.2.g Finishing asah**

Gunakan abrasi mekanik secara terus menerus dengan pasir halus, diikuti dengan prosedur mengisi dan menggosok untuk dicocokkan dengan sampel atau unit *mockup* yang diterima.

**14.2.15.2.h Finishing poles**

Gunakan abrasi mekanik secara terus menerus dengan pasir halus, diikuti dengan prosedur mengisi dan menggosok untuk dicocokkan dengan sampel atau unit *mockup* yang diterima.

**14.2.15.2.i Finishing sand-embedment**

Gunakan batu-batu terpilih yang ditempatkan di lapisan pasir didasar cetakan, dengan pasir yang dibersihkan setelah perawatan supaya cocok dengan sampel yang diterima atau unit-unit *mockup*. Kedalaman pasir harus menjaga beton 25% sampai dengan 35% diameter batu dari permukaan.

**14.2.15.3** Kecuali disyaratkan lain, finis permukaan unit-unit beton arsitektural yang tidak terekspos dengan *finishing* halus menggunakan *trowel* baja.

**14.2.15.4 Pekerjaan cacat**

Unit beton pracetak yang tidak memenuhi persyaratan termasuk kekuatan beton, toleransi manufaktur, dan warna serta berbagai rentang tekstur tidak dapat diterima. Terkelupas, *spalling*, atau unit-unit retak boleh diperbaiki, jika unit diperbaiki sesuai dengan sampel yang diterima dan unit *mockup*. Perencana/penanggung jawab struktur menjaga hak untuk menolak setiap unit jika tidak cocok dengan sampel yang diterima dan unit-unit *mockup*. Ganti unit yang tidak dapat diterima dengan unit beton pracetak yang sesuai dengan persyaratan.

**14.2.15.5 Pembersihan**

Kecuali disyaratkan lain, pabrikator harus membersihkan permukaan unit-unit beton pracetak dengan sabun lembut dan air tekanan tinggi sebelum pengiriman.

**14.2.15.6 Proteksi**

Lindungi permukaan arsitektural unit pracetak dari kontaminasi dan kerusakan selama transportasi dan penanganan.

**14.3 Pelaksanaan****14.3.1 Pendirian**

**14.3.1.1** Kecuali disyaratkan lain, sediakan untuk lebar join seragam 20 mm.

**14.3.1.2** Kontinuitas *flashing* atap tidak boleh terganggu oleh adanya sambungan; akan tetapi menyembunyikan dalam insulasi atap dapat diterima.



Lampiran A  
(Informatif)  
**Catatan untuk pembuat spesifikasi**

**Catatan umum**

**G1.** Spesifikasi ini harus digunakan sebagai referensi atau digabungkan secara keseluruhannya dalam spesifikasi proyek. Jangan menyalin pasal, bagian, artikel, atau paragraf ke dalam spesifikasi proyek, karena membawa pasal, bagian, artikel, atau paragraf keluar dari konteks yang dapat mengubah maknanya.

**G2.** Jika Pasal atau bagian dari spesifikasi ini disalin ke dalam spesifikasi proyek atau dokumen lain, jangan merujuk pasal atau bagian tersebut sebagai spesifikasi ini, karena spesifikasi telah diubah.

**G3.** Sebuah pernyataan sebagai berikut dapat berfungsi untuk membuat SNI ini merupakan bagian dari spesifikasi proyek: "Pekerjaan pada (judul proyek) harus memenuhi semua persyaratan standar ini, Spesifikasi beton struktural yang diterbitkan oleh Badan Standar Nasional, kecuali yang telah dimodifikasi oleh dokumen kontrak. "

**G4.** Setiap pasal teknis dari standar ini ditulis sesuai format PSN 08:2007. Bahasa yang digunakan adalah bentuk perintah dan tegas.

**G5.** SNI ini ditulis untuk kontraktor. Apabila suatu ketentuan dari spesifikasi ini memerlukan tindakan oleh kontraktor, digunakan kata kerja "harus". Jika kontraktor diperbolehkan untuk melaksanakan opsi karena alternatif yang tersedia terbatas, digunakan kombinasi kata-kata "baik ...atau...". Pernyataan yang disediakan dalam spesifikasi sebagai informasi untuk kontraktor menggunakan kata kerja "mungkin" atau "akan." Pernyataan yang sifatnya informasi biasanya mengidentifikasi aktivitas atau opsi yang "akan diambil" atau "dapat diambil" oleh pemilik atau perencana/penanggung jawab struktur.

Kata pengantar untuk daftar periksa

**F1.** Kata pengantar ini dimasukkan untuk tujuan penjelasan saja; kata pengantar ini bukan bagian dari SNI ini.

**F2.** SNI ini boleh direferensikan oleh pembuat spesifikasi dalam spesifikasi proyek untuk setiap proyek pembangunan gedung, bersama-sama dengan persyaratan tambahan untuk suatu proyek spesifik. Tanggung jawab untuk partisipan proyek harus didefinisikan dalam spesifikasi proyek. SNI ini tidak dapat dan tidak membahas tanggung jawab untuk setiap partisipan proyek selain dari kontraktor.

**F3.** Daftar periksa tidak merupakan bagian dari SNI ini. Daftar periksa membantu pembuat spesifikasi dalam memilih dan menetapkan persyaratan proyek dalam spesifikasi proyek.

**F4.** Daftar periksa persyaratan wajib menunjukkan persyaratan pekerjaan sehubungan dengan kualitas spesifik, prosedur, material, dan kriteria kinerja yang tidak didefinisikan dalam SNI ini. Pembuat Spesifikasi harus menyertakan persyaratan-persyaratan ini di dalam spesifikasi proyek.

**F5.** Daftar Periksa persyaratan opsional mengidentifikasi pilihan-pilihan pembuat spesifikasi dan alternatif-alternatif. Daftar Periksa ini mengidentifikasi pasal, bagian, dan artikel-artikel



referensi SNI ini dan tindakan yang diperlukan atau tersedia untuk pembuat spesifikasi tersebut. Pembuat spesifikasi harus mengkaji ulang setiap item dalam daftar periksa dan membuat penyesuaian-penyesuaian sesuai dengan kebutuhan suatu proyek tertentu dengan memasukkan alternatif-alternatif terpilih sebagai persyaratan wajib dalam spesifikasi proyek.

**F6.** Daftar periksa penyerahan mengidentifikasi informasi atau data yang harus disediakan oleh kontraktor sebelum, selama, atau setelah konstruksi.

**F7.** Referensi-referensi yang direkomendasikan – Dokumen-dokumen dan publikasi-publikasi yang dirujuk dalam daftar periksa dari SNI ini tercantum di bawah ini. Referensi-referensi ini memberikan bimbingan kepada pembuat spesifikasi dan tidak diperhitungkan sebagai bagian dari SNI ini.

**American Concrete Institute (ACI)**

CP-1	<i>Technical Workbook for ACI Certification of Concrete Field Testing Technician – Grade 1</i>
CP-10	<i>Craftsman Workbook for ACI Certification of Concrete Flatwork Technician/Finisher</i>
201.2R	<i>Guide to Durable Concrete</i>
207.2R	<i>Report on Thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete</i>
209R	<i>Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures</i>
211.1	<i>Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete</i>
216.1/	<i>Code Requirements for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry</i>
TMS 0216.1	<i>Construction Assemblies</i>
222R	<i>Protection of Metals in Concrete Against Corrosion</i>
223	<i>Standard Practice for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete</i>
225R	<i>Guide to the Selection and Use of Hydraulic Cements</i>
228.1R	<i>In-Place Methods to Estimate Concrete Strength</i>
302.1R	<i>Guide for Concrete Floor and Slab Construction</i>
305R	<i>Hot Weather Concreting</i>
306.1	<i>Standard Specification for Cold Weather Concreting</i>
308R	<i>Guide for Curing Concrete</i>
308.1	<i>Standard Specification for Curing Concrete</i>
311.1R	<i>ACI Manual of Concrete Inspection (SP-2)</i>
311.4R	<i>Guide for Concrete Inspection</i>
311.5	<i>Guide for Concrete Plant Inspection and Testing of Ready-Mixed Concrete</i>
318M	<i>Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary</i>
347	<i>Guide to Formwork for Concrete</i>
347.2R	<i>Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Building</i>
306R	<i>Design of Slabs-on-Ground</i>
423.7	<i>Specification for Unbonded Single-Strand Tendon Materials and Commentary</i>



**American National Standards Institute (ANSI)**

ANSI A137.1 *Specifications for Ceramic Tile*

**ASTM International**

A53 *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless*

A653/A653M *Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized), or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process*

A767/A767M *Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement*

C441 *Standard Test Method for Effectiveness of Pozzolans or Ground Blast-Furnace Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction*

D698 *Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort [12.400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)]*

D1557 *Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort [56.400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2.700 kN-m/m<sup>3</sup>)]*

D3350 *Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*

D4101 *Standard Specification for Polyethylene Injection and Extrusion Materials*

**National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA)**

Quality Control Manual, Section 3 – Certification of Ready Mixed Concrete Production Facilities

Guideline Manual for Quality Assurance Quality Control, NRMCA Publication No. 190

Portland Cement Association (PCA)

Gajda, J., 2007, *Mass Concrete for Building and Bridges*, EB547, Portland Cement Association, Skokie, IL, 44 pp.

Kosmatka, S. H.; Kerkhoff, B.; and Panarese, W.C., 2002, *Design and Control of Concrete Mixtures*, EB001, 14<sup>th</sup> edition, Portland Cement Association, Skokie, IL, 358 pp.

**Precast /Prestressed Concrete Institute (PCI)**

MNL 116 *Manual for Quality Control for Plants and Production of Structural Precast Concrete Products*, 4<sup>th</sup> edition

MNL 117 *Manual for Quality Control for Plants and Production of Architectural Precast Concrete Products*, 3<sup>rd</sup> edition

MNL 124 *Design for Fire Resistance of Precast Prestressed Concrete*

Sason, A. S., 1992, "Evaluation of Degree of Rusting on Prestressed Concrete Strand." *PCI Journal*, V. 37, No. 3, May-Juni, pp. 25-30.



**The International Federation for Structural Concrete (fib)**

Federation Internationale Beton Technical Bulletin 7: "Corrugated Plastic Ducts for Internal Bonded Post-Tensioning," Jan. 2000.

**U.S. Army Corps of Engineers**

CRD-C 401-75 *Method of Test for the Staining Properties of Water*

**Wire Reinforcement Institute (WRI)**

WRI *Manual of Standard Practice*

*The above publications may be obtained from these organizations (additional references can be found in 1.3 of the Specification):*

**American National Standards Institute (ANSI)**

1819 L Street, NW  
6<sup>th</sup> floor  
Washington, DC 20036  
[www.ansi.org](http://www.ansi.org)

**American Concrete Institute (ACI)**

38800 Country Club Drive  
Farmington Hills, MI 48331  
[www.concrete.org](http://www.concrete.org)

**ASTM International**

100 Barr Harbor Dr.  
West Conshohocken, PA 19428  
[www.astm.org](http://www.astm.org)

**National Ready Mixed Concrete Association**

90 Spring St.  
Silver Spring, MD 20910  
[www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)

**Precast/Prestressed Concrete Institute**

200 West Adams, Suite 2100  
Chicago, IL 60606  
[www.pci.org](http://www.pci.org)

**Portland Cement association**

5420 Old Orchard Road  
Skokie, IL 60076  
[www.cement.org](http://www.cement.org)

**The International Federation for Structural Concrete**

Office GC A2 424 at the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne  
<http://fib.epfl.ch>

**Wire Reinforcement Institute, Inc.**

942 Main St., Suite 300  
Hartford, CT 06103  
[www.wirereinforcementinstitute.org](http://www.wirereinforcementinstitute.org)



## Lampiran B (Informatif)

### Daftar periksa persyaratan wajib

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
<i>Penulangan dan penumpu penulangan</i>	
3.2.1.1	Tetapkan mutu, tipe, dan ukuran tulangan yang diperlukan.
3.2.1.10	Tetapkan tipe penumpu penulangan dan lokasi yang digunakan di dalam struktur. Mengacu pada Bab 3 pada <i>CRSI Manual of Standard Practice</i> .
3.3.2.3	Tetapkan selimut untuk tulangan <i>stud</i> geser berkepala dan batang tulangan berkepala. Mengacu pada SNI 2847 Pasal 7.
3.3.2.7	Tunjukkan sambungan-sambungan pada gambar proyek.
<i>Campuran beton</i>	
4.2.2.7.a	Tunjukkan pada dokumen kontrak kelas eksposur untuk bagian-bagian struktur yang membutuhkan beton tahan serangan sulfat. Mengacu pada SNI 2847 untuk deskripsi kelas eksposur.
4.2.2.7.b	Tunjukkan dalam dokumen kontrak kelas eksposur untuk bagian-bagian struktur yang membutuhkan ketahanan terhadap pembekuan dan pencairan. Mengacu pada SNI 2847 untuk panduan tambahan.
4.2.2.7.c	Tunjukkan dalam dokumen kontrak kelas eksposur untuk bagian-bagian dari struktur yang memerlukan permeabilitas rendah apabila kontak dengan air. Mengacu pada SNI 2847 untuk deskripsi kelas eksposur.
4.2.2.7.d	Tunjukkan dalam dokumen kontrak kelas eksposur untuk bagian-bagian struktur yang membutuhkan perlindungan korosi pada penulangan. Mengacu pada SNI 2847 untuk panduan tambahan. Mengacu pada ACI 201.2R dan ACI 222R untuk informasi tambahan tentang efek klorida pada korosi penulangan.
4.2.2.8	Tetapkan kekuatan tekan beton yang disyaratkan $f'_c$ untuk berbagai bagian dari pekerjaan. Untuk sebagian besar komponen struktural, persyaratan desain akan menentukan kekuatan yang diperlukan. Suatu kuat tekan yang lebih tinggi mungkin diperlukan untuk pertimbangan daya tahan. Untuk lantai-lantai, kekuatan tekan yang disyaratkan $f'_c$ umumnya tergantung pada tujuan penggunaan dan pemakaian yang diharapkan kecuali pertimbangan daya tahan mengharuskan kekuatan yang lebih tinggi. Jika lantai akan diekspos terhadap pemakaian abrasif dari lalu lintas sejak awal konstruksi, pertimbangkan kebutuhan kekuatan tekan minimum umur 3 hari sebesar 12 MPa atau lebih tinggi. Mengacu pada ACI 302.1R untuk panduan mengenai kuat tekan untuk menetapkan berbagai kelas lantai.
<i>Penanganan, pengecoran, dan konstruksi</i>	
5.3.1.4	Tetapkan persyaratan untuk persiapan dasar dan <i>sub grade</i> . Tetapkan metode pengujian untuk dasar dan <i>sub grade</i> .
5.3.7.1	Tetapkan dalam dokumen kontrak suatu definisi proyek spesifik dari cacat-cacat permukaan. Definisi tersebut dapat mencakup dimensi, frekuensi kejadian, dan visibilitas dalam kondisi yang diuraikan.
<i>Beton arsitektural</i>	
6.1.1.1	Tetapkan daerah-daerah yang harus diperlakukan sebagai beton arsitektural. Menjelaskan persyaratan khusus masing-masing daerah yang ditunjuk.
6.2.1.8.a	Tetapkan diameter kerucut.
6.3.10	Tetapkan finishing yang disyaratkan dari 6.3.10.1 sampai 6.3.10.3 (a sampai f). Tetapkan <i>finishing</i> khusus lain yang disyaratkan.
<i>Beton ringan</i>	
7.1.1	Tunjukkan bagian struktur yang akan dikonstruksikan dari beton ringan.
7.2.3.1	Untuk beton ringan, syaratkan kepadatan ekuilibrium.



## Daftar periksa persyaratan wajib(Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
<i>Beton massa</i>	
8.1.1	<p>Tunjukkan bagian struktur yang harus diperlakukan sebagai beton massa. Pengecoran beton di mana temperatur maksimum dan perbedaan temperatur harus dikontrol akibat faktor-faktor termasuk kadar semen, tipe bahan sementisius, lingkungan sekitar pengecoran, dan dimensi minimum pengecoran yang harus ditunjuk sebagai beton massa.</p> <p>Evaluasi persyaratan untuk setiap bagian proyek. Secara umum, pengecoran beton struktural dengan dimensi minimum sama dengan atau lebih besar dari 2 m harus diperhitungkan sebagai beton massa. Pertimbangan serupa juga harus diberikan kepada pengecoran beton lain yang tidak memenuhi dimensi minimum ini tetapi mengandung semen Tipe III, bahan tambahan campuran pemercepat, atau bahan sementisius yang lebih dari 390 kg/m<sup>3</sup> beton. Pertimbangan juga harus diberikan kepada pengecoran yang memperangkap panas.</p>
<i>Beton pasca tarik</i>	
9.2.1.1	Tetapkan tipe dan kekuatan tarik minimum baja prategang.
9.2.1.2.a	<p>Tetapkan tipe <i>duct</i>. <i>Duct</i> dapat dibuat dari:</p> <p>(a) Baja <i>strip</i> digalvanis sesuai ASTM A653/A653M dengan berat lapisan G90;</p> <p>(b) pipa baja halus sesuai dengan ASTM A53;</p> <p>(c) <i>Duct polyethylene</i> kepadatan tinggi halus sesuai ASTM D3350, rentang klasifikasi sel 424432C sampai 335534C; dan</p> <p>(d) <i>Duct polyethylene</i> dan <i>polypropylene</i> bergelombang harus memenuhi <i>Federation Internationale Beton Technical Bulletin 7</i>, kecuali bahwa <i>duct polypropylene</i> bergelombang harus dibuat dari <i>polypropylene</i> tidak diisi tidak berwarna, sesuai persyaratan ASTM D4101 dengan suatu rentang klasifikasi sel PP0340B44544 sampai PP0340B65884.</p>
9.3.8.1	Tetapkan urutan penegangan, kekuatan tekan beton minimum, dan tahap-tahap di mana tendon harus ditegangkan.
<i>Beton tahan susut</i>	
10.1.2	Tunjukkan area yang dibangun menggunakan beton tahan susut.
<i>Slab lantai industrial</i>	
11.1.1	Tunjukkan bagian-bagian struktur yang dikonstruksikan sebagai <i>slab</i> lantai industrial dalam dokumen kontrak.
11.3.1	Tetapkan prosedur <i>proof-rolling</i> , metode penerimaan, dan persyaratan korektif bila material yang diidentifikasi tidak dapat diterima. Mengacu pada ACI 302.1R dan 360R untuk panduan.
<i>Konstruksi tilt-up</i>	
12.1.1	Tunjukkan daerah-daerah yang akan dikonstruksi sebagai panel beton <i>tilt-up</i> .
12.3.7	Tetapkan tipe, lokasi, dan perluasan setiap <i>finishing</i> .
<i>Beton struktural pracetak</i>	
13.1.2.1.d	Tetapkan kriteria desain, dan peraturan-peraturan serta standar-standar yang berlaku.
13.1.3.1	<p>Tetapkan dalam dokumen kontrak kategori untuk sertifikasi pembangun:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kategori A (Sistem Arsitektural) untuk komponen bukan pemikul beban;</li> <li>• kategori S1 (Sistem Struktural Sederhana) untuk komponen <i>decking</i> horizontal dan panel-panel dinding lift tunggal; dan</li> <li>• Kategori S2 (Sistem Struktural Kompleks) untuk komponen pemikul beban.</li> </ul>



## Daftar Periksa persyaratan wajib (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
13.1.3.2	Tetapkan dalam dokumen kontrak grup dan kategori untuk pabrikator: <ul style="list-style-type: none"> <li>Grup A kategori A1 – Produk Pracetak Arsitektural</li> <li>Grup C atau CA kategori C1 – Produk Beton Pracetak (tanpa penulangan prategang) Kategori C2 – Produk Prategang <i>Hollow-Core</i> dan berulang Kategori C3 – Komponen Struktural Prategang <i>Strand-Lurus</i> Kategori C4 – Komponen Struktural Prategang <i>Strand-Lengkung</i></li> </ul>
13.1.3.4	Tetapkan kelas api dalam jam pada komponen beton pracetak.
13.2.3.a	Tetapkan tipe dan kekuatan tarik minimum baja prategang.
13.2.5	Tetapkan kelas, tipe, dan <i>finishing</i> permukaan material penyambung baja.
13.2.7.1	Tetapkan kekuatan grout dalam dokumen kontrak.
13.2.12.1	Tetapkan ukuran dan bentuk komponen beton pracetak pada dokumen kontrak.
13.2.12.2	Tetapkan <i>cast-in reglets</i> , slot-slot, lubang-lubang, dan aksesoris dalam dokumen kontrak.
13.2.12.8	Tetapkan kekuatan tekan pada rilis gaya prategang.
13.2.12.10.e	Tetapkan penampilan kritis atau eksposur parah.
13.2.14.1	<p>Tetapkan <i>finishing</i>. Jika diperlukan lebih dari satu <i>finishing</i>, buat suatu skedul <i>finishing</i> di dalam dokumen kontrak. <i>Finishing</i> adalah dalam urutan kualitas menaik dan biaya. Menetapkan persyaratan <i>finishing</i> spesifik lainnya sesuai dengan Proyek. Mensyaratkan kelas finising minimum yang konsisten dengan aplikasi komponen struktur dan tujuan penggunaan struktur. Konsultasikan dengan pabrikator mengenai finising yang sesuai untuk berbagai komponen dan efektivitas biaya. Koordinasikan finising beton pracetak yang diperlukan dengan lantai, langit-langit, atap, <i>finishing</i> dek, atau <i>topping</i>.</p> <p>Tetapkan kelas komersial apabila komponen tersebut tidak akan terlihat dalam struktur yang telah selesai lengkap, atau ketika fungsi struktur tidak memerlukan <i>finishing</i> permukaan ditingkatkan. Pada dasarnya ini adalah sebuah <i>finishing</i> “sesuai pengecoran”.</p> <p>Tetapkan kelas standar dimana komponen yang terekspos untuk dilihat tetapi fungsi dari struktur tidak memerlukan <i>finishing</i> khusus. Permukaan yang cocok untuk diberi lapisan bertekstur belum tentu cocok untuk dicat. Ini adalah kelas <i>finishing</i> tipikal untuk komponen struktural.</p> <p>Tetapkan <i>Finishing</i> Kelas B pada komponen struktural terekspos visual seperti kolom atau dinding. <i>Finishing</i> Kelas B terutama untuk <i>finishing</i> permukaan. Variasi warna dapat diterima.</p> <p>Tetapkan <i>Finishing</i> Kelas A apabila permukaan akan dicat (terutama dengan cat bertekstur atau “pasir”); meskipun demikian, beberapa noda permukaan akan dapat terlihat. Jika diperlukan suatu permukaan dengan ketidak-sempurnaan yang lebih sedikit dari yang diperbolehkan untuk Grade A, tentukan persyaratan sebagai “<i>finishing</i> khusus.” Persyaratan untuk <i>finishing</i> Kelas A tidak berlaku untuk komponen diekstrusi yang diproduksi dengan slump beton nol.</p>
13.3.2.2	Tetapkan kekuatan di tempat dari beton pendukung rangka struktural bangunan gedung dan pondasi yang dicor di tempat yang diperlukan sebelum pemasangan komponen beton pracetak.
13.3.3.5.b	Tetapkan torsi baut.



## Daftar Periksa persyaratan wajib (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
<i>Beton arsitektural pracetak</i>	
14.1.2.6	Tetapkan kelompok dan kategori PCI yang diperlukan.
14.1.3.3	Tetapkan pada dokumen kontrak dimana panel-panel sampel harus ditempatkan.
14.1.3.8.a	Tetapkan ukuran dan lokasi <i>mockup</i> .
14.2.1	Apabila beton pracetak adalah untuk mendukung semua atau sebagian dari sistem cuci jendela, tetapkan beban desain termasuk material dan peralatan yang harus digunakan.
14.2.2	Tetapkan jumlah dan tipe angkur jika diperlukan unit pracetak <i>veneer</i> batu.
14.2.10	Tetapkan persyaratan untuk ubin keramik tipis dan batu bata penuh.
14.2.12.1.b	Tetapkan <i>liners</i> bekisting yang dipilih.
14.2.15.2	Tetapkan <i>finishing</i> yang diperlukan untuk permukaan yang diekspos. Mensyaratkan dalam dokumen kontrak komponen beton pracetak struktural mana yang memerlukan <i>finishing</i> arsitektural (kategori CA). Jika diperlukan lebih dari satu <i>finishing</i> , tambahkan lokasi-lokasi pada deskripsi <i>finishing</i> atau tunjukkan pada gambar. Mensyaratkan deskripsi <i>finishing</i> yang lebih rinci jika diperlukan definisi yang lebih luas, misalnya ringan, sedang, atau dalam.





## Lampiran C (Informatif)

### Daftar Periksa persyaratan wajib opsional

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
<i>Persyaratan umum</i>	
1.5.2	Tetapkan kapan kontraktor perlu menyampaikan rencana pengontrolan kualitas.
1.6.1.2	Tunjukkan program sertifikasi yang dapat diterima dalam dokumen kontrak. Sebagai minimum, program sertifikasi harus mencakup evaluasi tertulis dan evaluasi kinerja sesuai yang diuraikan dalam ACI CP-1.
1.6.2.2, 1.6.2.3, 1.6.3.1	Tetapkan jika diperlukan pengaturan pengujian yang lain.
1.6.2.2.g	Jika disyaratkan atau diizinkan pengujian beton yang dipercepat, tetapkan prosedur dari ASTM C684 yang harus diikuti. Tetapkan waktu spesimen uji tekan yang dirawat standar harus diuji untuk selain dari 28 hari.
1.6.3.2.d	Tetapkan dalam dokumen kontrak jika disyaratkan harus lebih sering pengambilan sampel dan pengujian. Lebih sering pengambilan sampel adalah tipikal dengan beton kekuatan tinggi, terutama untuk kolom dan dinding geser, atau ketika kontrol kadar udara adalah sangat penting.
1.6.3.2.e	Tetapkan waktu spesimen uji tekan harus diuji jika selain pada 28 hari.
1.6.3.2.f	Jika pengujian beton dipercepat disyaratkan atau diizinkan untuk melengkapi pengujian kekuatan yang standar, tetapkan prosedur dari ASTM C684 yang harus diikuti. Tetapkan waktu spesimen uji yang dirawat standar harus diuji jika selain pada 28 hari. Tetapkan jika spesimen pendamping harus dicor.
1.6.3.2.g	Untuk beton yang akan terekspos pada garam-garam pencair es, definisikan frekuensi pengambilan sampel yang akan digunakan untuk uji kadar udara jika berbeda dengan frekuensi untuk membuat spesimen uji kekuatan. Mungkin tepat untuk mensyaratkan pengujian yang lebih sering pada awal pengecoran. Sebagai contoh, sampel-sampel mungkin diperlukan dari tiga <i>batch</i> pertama dalam pengecoran dan sampai tiga <i>batch</i> berturut-turut memiliki kadar udara dalam rentang yang disyaratkan dalam 4.2.2.7.b, pada saat mana setiap <i>batch</i> yang kelima dapat diuji. Frekuensi uji ini dapat dipertahankan sampai suatu <i>batch</i> tidak dalam rentang yang disyaratkan pada 4.2.2.7.b, di waktu tersebut pengujian setiap <i>batch</i> dapat dilanjutkan sampai tiga <i>batch</i> berturut-turut memiliki kadar udara dalam rentang yang disyaratkan pada 4.2.2.7.b.
1.6.3.3	<p>Tetapkan layanan pengujian dan pemeriksaan tambahan yang diinginkan untuk pekerjaan, jika dapat berlaku. Lihat ACI 311.1R, ACI 311.4R, dan 311.5 untuk item-item pemeriksaan spesifik yang mungkin sesuai.</p> <p>Apabila diperlukan atau diinginkan untuk mengetahui properti-properti beton pada titik pengecoran atau pada lokasi lain dari titik pengiriman, tetapkan beton yang akan disampel pada lokasi-lokasi lain ini untuk pengujian. Mengacu ke diskusi sesuai persyaratan opsional dalam 4.2.2.4.</p>
1.6.4.2	Tetapkan jika uji palu beton atau kecepatan pulsa akan diizinkan untuk mengevaluasi keseragaman beton pada struktur. Lihat ACI 228.1R untuk panduan tentang metode-metode pengujian ini.
1.6.4.3.a	<p>Tentukan kapan <i>core</i> (beton inti) mungkin diperlukan.</p> <p>Tetapkan prosedur pengkondisian kelembaban alternatif dan durasi terhadap yang didefinisikan dalam ASTM C42/C42M. Prosedur pengkondisian beton inti yang didefinisikan pada ASTM C42/C42M dimaksudkan untuk meminimalkan efek dari gradien kelembaban pada kekuatan beton inti yang diukur.</p>
1.6.4.3.c	Tetapkan persyaratan perawatan alternatif untuk perbaikan lubang beton inti.
1.6.6.1.b	Jika dasar lain untuk penerimaan kekuatan beton diperlukan untuk pengujian kekuatan dipercepat, tentukan dasar untuk penerimaan.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
1.6.6.3	Tetapkan persyaratan untuk penggunaan uji di tempat, misalnya uji penarikan ( <i>pullout</i> ) atau uji ketahanan penetrasi ( <i>probe</i> ), dalam hal spesimen dirawat standar gagal memenuhi kriteria kekuatan. Termasuk prosedur untuk mengembangkan korelasi kekuatan. Mengacu ke ACI 228.1R untuk petunjuk pada data korelasi yang diperlukan dan metode analisis data yang dapat diterima.
1.6.7.1	Tunjukkan dalam dokumen kontrak jika zat penambah gelembung udara tidak diizinkan ditambahkan di lapangan apabila kadar udara ketika adukan beton diserahkan kurang dari yang disyaratkan.
1.6.7.2	Tunjukkan dalam dokumen kontrak apabila penyesuaian di lapangan pekerjaan sesuai dengan ASTM C94/C94M tidak diizinkan.
1.6.7.3	Tunjukkan dalam dokumen kontrak apabila diizinkan temperatur maksimum dan minimum selain yang diberikan dalam 4.2.2.6. Perencana/penanggung jawab struktur akan diperlukan untuk memutuskan batasan-batasan lain dapat diterima tanpa mempengaruhi kinerja.
1.7.2.1	Tetapkan toleransi yang berbeda dari yang di dalam ACI 117M atau dalam spesifikasi ini.
<b>Bekisting dan aksesoris bekisting</b>	
2.1.2.1	Tinjau daftar penyerahan dan tetapkan dalam dokumen kontrak item-item yang tidak diperlukan untuk diserahkan.
2.1.2.2	Tinjau daftar penyerahan dan tetapkan dalam dokumen kontrak item-item yang harus diserahkan.
2.2.1.1	Tetapkan material permukaan bekisting yang spesifik.
2.2.1.2	Tunjukkan dimana dinding-dinding memerlukan pengikat bekisting dengan suatu penghalang air positif.  Tetapkan jarak <i>breakback</i> alternatif bagi besi pengikat.
2.2.1.6	Tetapkan material alternatif atau ukuran, atau keduanya, untuk <i>strip</i> talang.
2.2.2.1	Tetapkan perhitungan-perhitungan desain dan gambar-gambar untuk bekisting harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi.
2.2.2.3	Tetapkan pemotongan tanah akan diizinkan atau diperlukan.
2.2.2.4	Tentukan batasan-batasan yang lebih ketat pada defleksi material permukaan apabila diperlukan. Mengacu pada ACI 347 untuk panduan lebih lanjut.
2.2.2.5.a	Tetapkan atau izinkan lokasi-lokasi alternatif untuk pembentukan join konstruksi bila diperlukan untuk memfasilitasi pembongkaran bekisting atau mempercepat pembangunan, asalkan lokasi-lokasi join alternatif tidak berpengaruh negatif terhadap kekuatan struktur.
2.2.2.5.b	Tetapkan kedalaman alur pasak selain 40 mm bila diperlukan. Tetapkan transfer beban mekanis yang diperlukan untuk rantai industrial.
2.2.3.2, 2.3.1.2	Tetapkan jika <i>strip</i> talang tidak diperlukan di sudut-sudut eksterior permukaan yang diekspos secara permanen. Tetapkan jika bevel-bevel diperlukan pada sudut-sudut <i>reentrant</i> beton atau pada tepi-tepi pembentukan join-join beton.
2.2.3.3	Tetapkan jarak <i>breakback</i> alternatif bagi pengikat besi.
2.3.1.5	Tetapkan batas-batas toleransi yang berbeda dari ACI 117M ini. Tetapkan waktu suatu batasan toleransi boleh lebih atau kurang ketat apabila tiba-tiba diperlukan offset. Mengacu pada ACI 347 dan ACI 117M untuk panduan lebih lanjut.
2.3.2.5	Tetapkan kekuatan tekan minimum untuk pembongkaran bekisting pendukung berat beton jika berbeda dari $f'_c$ . Mengacu pada ACI 347 dan ACI 347.2R untuk panduan pada item-item yang perlu dipertimbangkan. Tetapkan jika material permukaan bekisting non-pendukung beban tidak diizinkan untuk dibongkar pada umur lebih dini daripada bagian pemikul beban dari bekisting tersebut.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
2.3.4.2	Tetapkan metode-metode alternatif untuk mengevaluasi kekuatan beton untuk pembongkaran bekisting dapat diizinkan.
2.3.5.2	Tetapkan bila pemeriksaan jaminan mutu dari pemilik harus dikoordinasikan oleh kontraktor.
<i>Penulangan dan penumpu penulangan</i>	
3.1.1.1	Tetapkan jika pengajuan yang tercantum dalam 3.1.1.1.a sampai 3.1.1.1.g tidak wajib disampaikan.
3.1.1.2	Tetapkan jika pengajuan yang tercantum dalam 3.1.1.2.a dan 3.1.1.2.b tidak wajib disampaikan.
3.1.1.3	Tetapkan jika pengajuan yang tercantum dalam 3.1.1.3.a dan 3.1.1.3.b tidak wajib disampaikan.
3.2.1.2	Tetapkan jika batang tulangan dilapis yang diperlukan dan, jika demikian, apakah pelapis adalah seng atau epoksi.
3.2.1.2.a	Untuk batang tulangan berlapis seng sesuai dengan ASTM A767/A767M, tetapkan kelas pelapis, apakah galvanisasi harus dilakukan sebelum atau setelah fabrikasi, dan tunjukkan tulangan yang memerlukan diameter bengkokan di- <i>finishing</i> khusus (ukuran terkecil biasanya digunakan untuk sengkang dan pengikat). Hindari pencampuran penulangan yang digalvanis dan tidak digalvanis atau baja tertanam lain yang dapat mengakibatkan sel galvanik.
3.2.1.2.b	Tetapkan spesifikasi ASTM pada mana batang tulangan dilapisi epoksi adalah untuk kesesuaian.
3.2.1.4	Tetapkan penggunaan <i>bar mats</i> .
3.2.1.5	Untuk batang tulangan berkepala, tetapkan tipe baja alternatif untuk batang tulangan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja karbon (ASTM A615/A615M), juga tetapkan mutu; dan</li> <li>• Baja <i>alloy</i> rendah (ASTM A706/A706M).</li> </ul>
3.2.1.7	Tetapkan lembaran atau gulungan dari tulangan kawat polos atau ulir yang dilas dan, jika diperlukan, tulangan kawat baja tahan karat atau dilapisi epoksi yang dilas. Mengacu pada <i>WRI Manual of Standard Practice for additional guidance</i> .
3.2.1.9	Tetapkan jika tulangan serat baja disyaratkan untuk digunakan sesuai dengan SNI 2847.
3.2.2.2.a	Tetapkan pengelasan tulangan diperlukan atau diizinkan. Jika diperlukan atau diizinkan, tetapkan persyaratan yang diinginkan untuk persiapan pengelasan (seperti penghapusan seng atau lapisan epoksi) lebih ketat dibandingkan di AWS D1.4/D1.4M. Tetapkan persyaratan yang diinginkan untuk komposisi kimia tulangan lebih ketat dari ASTM spesifikasi. Tetapkan perlakuan panas khusus perakitan dilas, jika diperlukan. Tetapkan persyaratan tambahan untuk pengelasan kawat ke kawat, dan pengelasan kawat atau tulangan kawat dilas ke batang tulangan atau baja struktural.
3.3.2.3	Tetapkan persyaratan selimut beton untuk atmosfer korosif, eksposur berat lainnya, atau proteksi kebakaran. Mengacu pada SNI 2847 Pasal 7.
3.3.2.4	Tetapkan jika metode-metode pendukung harus selain dari yang ditunjukkan dalam 3.3.2.4.a sampai 3.3.2.4.i.
3.3.2.5	Tetapkan tulangan boleh diperpanjang melalui join kontrol, termasuk join yang dipotong dengan gergaji.
3.3.2.8	Tetapkan jika diizinkan pembengkokan atau pelurusan tulangan yang sebagian tertanam dalam beton.
3.3.2.9	Tetapkan jika pemotongan penulangan di lapangan diperkenankan dan tetapkan metode pemotongan yang akan digunakan.



## Daftar periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/ Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
4.2.1.1	Tetapkan waktu yang diperlukan atau diizinkan material sementisius selain ASTM C150 Tipe I atau Tipe II. Tetapkan material sementisius yang dapat digunakan. Apabila salah satu atau kombinasi dari material sementisius yang diberikan pada 4.2.1.1.a sampai 4.2.1.1.f digunakan pada struktur yang akan dikenai bahan kimia pencair es, verifikasi kesesuaian dari beton dengan 4.2.2.7.d. Gunakan SNI 2847 dan ACI 225R untuk menentukan apakah dapat diterima untuk kondisi di proyek. Mengacu ke PCA <i>Publication</i> EB001 untuk panduan tambahan.
4.2.1.1	Jika diantisipasi bahwa dalam penggunaan beton akan terekspos sulfat, evaluasi sulfat yang larut dalam tanah dan air tanah. Gunakan kriteria dalam 4.2.2.7.a dan Tabel 5 untuk menentukan tipe semen. Verifikasi ketersediaan semen yang disyaratkan. Tetapkan jika diperbolehkan kurang dari 15% abu terbang. Dalam beberapa kasus, menggunakan kurang dari 15% abu terbang dapat meningkatkan kerentanan beton untuk mengembang berlebihan yang disebabkan oleh reaktivitas alkali-silika (ASR). Jika diusulkan persentase abu terbang yang lebih kecil, campuran proyek yang diusulkan dari abu terbang dan semen portland dari sumber yang sama harus diuji dan dibandingkan dengan campuran kontrol hanya dengan menggunakan semen portland sesuai dengan ASTM C441. Campuran proyek harus dianggap dapat diterima, asalkan peningkatan panjang rata-rata campuran proyek tidak melebihi dari campuran kontrol. Untuk proyek dimana ekspansi karena ASR dapat kritis, pertimbangkan kebutuhan. Untuk proyek dimana ekspansi karena ASR dapat kritis, pertimbangkan kebutuhan perbandingan uji pada frekuensi misalnya setiap 3 bulan selama pekerjaan. Jika agregat reaktif tersedia dan boleh digunakan, tentukan penggunaan pozzolan alam, abu terbang, <i>slag</i> , atau silika fume dalam jumlah yang dibuktikan efektif dalam mengurangi ekspansi berbahaya karena reaktivitas alkali-silika. Sebagai alternatif, tentukan semen rendah alkali yang digunakan sesuai yang dijelaskan dalam daftar periksa persyaratan opsional untuk 4.2.1.2.
4.2.1.1.d	Tetapkan apabila jumlah minimum abu terbang boleh berbeda dari 15%.
4.2.1.2	<p>Jika agregat harus sesuai dengan spesifikasi selain ASTM C33 untuk gradasi, zat merusak, atau ketahanan, tetapkan persyaratan-persyaratan lainnya.</p> <p>Tetapkan pengujian untuk menentukan kesesuaian dengan persyaratan kebersihan, dan tetapkan gradasi yang dilakukan pada sampel yang diperoleh dari agregat pada saat penakaran.</p> <p>Tetapkan persyaratan tambahan untuk agregat misalnya kekerasan, warna, komposisi mineralogi, tekstur, atau bentuk (batu pecah atau kerikil).</p> <p>Jika beton akan terekspos basah, kelembaban yang lama, atau kontak dengan tanah lembab, tentukan agregat yang tidak mengandung material reaktif merusak jika bereaksi dengan alkali dalam semen; meskipun demikian, agregat tersebut dapat digunakan dengan semen yang mengandung kurang dari 0,60% alkali seperti (<math>\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}</math>) atau dengan bahan seperti pozzolan alam, abu terbang, <i>slag</i>, atau silika fume dalam jumlah yang terbukti efektif dalam mencegah ekspansi berbahaya akibat reaksi alkali-agregat sesuai dengan ASTM C441.</p>
4.2.1.3	Tentukan jika air yang tidak bisa diminum diizinkan digunakan, asalkan memenuhi ASTM C1602/1602M.
4.2.1.4	Tetapkan bahan tambahan campuran yang tercantum dalam 4.2.1.4 yang disyaratkan. Tunjukkan bagian-bagian pekerjaan untuk setiap tipe bahan tambahan campuran harus atau boleh digunakan.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
4.2.2.1	Tetapkan jika abu terbang kurang dari 15% atau lebih dari 25% diperbolehkan untuk lantai. Jika diizinkan lebih dari 25%, harus tersedia catatan yang menunjukkan kemampuan untuk di- <i>finishing</i> dari campuran beton yang diusulkan.
4.2.2.2	<p>Jika <i>slump</i> harus berbeda dari 100 mm, tetapkan persyaratannya.</p> <p>Kadang-kadang, perlu untuk mensyaratkan bahwa pengukuran <i>slump</i> beton harus dilakukan pada titik pengecoran yang berbeda dari titik pengiriman. Misalnya, beton yang dipompa sering disyaratkan untuk diukur <i>slump</i>-nya pada akhir pipa pompa guna mencegah munculnya masalah akibat variasi kehilangan <i>slump</i> selama pemompaan. Ini berarti memberikan <i>slump</i> lebih tinggi dari 100 mm pada titik pengiriman agar didapatkan <i>slump</i> 100 mm pada akhir pipa pompa. Sekali kehilangan <i>slump</i> selama pemompaan dapat ditentukan, penerimaan atau penolakan beton berdasarkan <i>slump</i> kemudian dapat ditentukan pada titik pengiriman. Sebagai contoh, jika sudah ditetapkan kehilangan <i>slump</i> 40 mm selama pemompaan dan dikonfirmasi dengan pengujian komparatif, suatu <i>slump</i> 140 mm diukur pada titik pengiriman akan memenuhi persyaratan <i>slump</i> 100 mm pada akhir pemompaan.</p> <p>Tetapkan jika suatu bahan tambahan campuran pereduksi air rentang tinggi atau <i>plasticizer</i> diperlukan atau diizinkan untuk memproduksi beton dengan <i>slump</i> tinggi. Jika demikian, tetapkan <i>slump</i> yang diperlukan jika berbeda dari yang ditunjukkan pada 4.2.2.2.</p> <p>Untuk lantai, mengacu pada ACI 302.1R untuk panduan tentang <i>slump</i> guna menetapkan <i>slump</i> untuk berbagai kelas lantai.</p> <p>Jika suatu bahan tambahan campuran pereduksi air rentang tinggi atau <i>plasticizer</i> diperlukan atau diizinkan untuk mendapatkan beton kekuatan tinggi dengan rasio air-bahan sementisius yang rendah (w/cm), misalnya 0,25 sampai 0,30, modifikasi persyaratan <i>slump</i> disesuaikan dengan sebelum menambahkan bahan tambahan campuran tersebut. Rundingkan dengan pemasok-pemasok beton dan pemasok-pemasok bahan tambahan campuran di daerah proyek berada, guna menentukan pengalaman dan masukan mereka misalnya untuk beton kinerja tinggi.</p>
4.2.2.3	Jika persyaratan ukuran agregat berbeda dari yang disyaratkan oleh 4.2.2.3 (misalnya, ukuran yang lebih kecil untuk topping lantai), tetapkan ukuran maksimum nominal agregat.
4.2.2.4	<p>Tetapkan apakah beton harus tanpa gelembung udara atau diperlukan suatu kadar udara alternatif. Beton dengan gelembung udara tidak boleh digunakan dalam pekerjaan biasa yang akan menerima <i>finishing</i> keras dengan <i>trowel</i> baja.</p> <p>Tetapkan metode uji ASTM tertentu (ASTM C231 atau C173/C173M) diperlukan untuk mengukur kadar udara.</p> <p>Mungkin perlu untuk mensyaratkan bahwa kadar udara diukur pada titik penuangan beton guna memperhitungkan kehilangan kadar udara selama pemompaan. Setelah kehilangan kadar udara selama pemompaan ditetapkan, batas penerimaan pada titik penuangan harus ditentukan.</p>
4.2.2.5	<p>Tetapkan tipe bahan tambahan campuran yang diperlukan dan tunjukkan bagian-bagian Pekerjaan dimana setiap tipe harus atau boleh digunakan.</p> <p>Kalsium klorida tidak boleh digunakan sebagai bahan tambahan campuran dalam beton yang akan terkena paparan sulfat berat (S2) atau sangat berat (S3) sesuai yang didefinisikan dalam Tabel 4.2.1 dari SNI 2847.</p>



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
4.2.2.6	<p>Persyaratan ini dikutip dari ACI 306.1. Untuk proyek-proyek di daerah beriklim dingin, seperti musim dingin di Utara, atau situasi adalah bijaksana untuk meminta kontraktor agar mengikuti prosedur tertentu guna mencapai batas-batas pada 4.2.2.6, batas temperatur untuk cuaca dingin dapat dihapus dan ACI 306.1 dapat direferensikan secara keseluruhan. Pilihan yang tersedia di ACI 306.1 kemudian harus dilaksanakan. Juga, mengacu pada daftar pemeriksaan persyaratan opsional untuk 5.3.6.1.</p> <p>Jika beton yang diserahkan dalam cuaca panas dengan temperatur lebih tinggi dari 35 °C telah digunakan dengan sukses di iklim atau situasi tertentu, temperatur yang lebih tinggi dapat disyaratkan sebagai pengganti batas 35 °C</p>
4.2.2.7.a	Tetapkan persyaratan campuran alternatif untuk ketahanan sulfat.
4.2.2.7.b	Tetapkan persyaratan campuran alternatif untuk ketahanan pembekuan dan pencairan.
4.2.2.7.c	Tetapkan persyaratan alternatif untuk permeabilitas rendah.
4.2.2.7.d	Tetapkan persyaratan campuran alternatif untuk perlindungan tulangan terhadap korosi.
4.2.2.8	Beton terekspos siklus pembekuan dan pencairan bolak-balik dalam kondisi jenuh; garam-garam pencair es; segar, payau, atau air laut termasuk daerah percikan atau semprotan; sulfat-sulfat; dan beton yang diperlukan untuk memiliki permeabilitas rendah terhadap air harus disyaratkan untuk memiliki $w/cm$ tidak melebihi nilai dalam Tabel 4.3.1 SNI 2847.
4.2.2.8.a	Jika spesimen uji adalah bukan spesimen silinder 150 x 300 mm atau 100 x 200 mm, tetapkan ukuran spesimen. Jika usia pada saat diuji harus lain dari 28 hari, tetapkan umur uji. Jika disyaratkan metode uji yang berbeda, tetapkan metode ujinya.
4.2.2.9	Tunjukkan dalam dokumen kontrak dengan beton diperkuat serat baja yang diperlukan dan tetapkan properti-properti sesuai dengan SNI 2847.
4.2.3.4.b	<p>Tetapkan umur pengujian, jika selain dari 28 hari, untuk proporsi campuran coba.</p> <p>Tetapkan jika penyerahan proporsi campuran coba dan catatan uji kekuatan dari campuran coba dan properti-properti campuran yang diusulkan tidak diperlukan.</p>
4.2.3.5	<p>Tetapkan waktu yang diperlukan verifikasi lapangan dari campuran beton.</p> <p>Tetapkan metode untuk pengambilan sampel pada titik penuangan beton.</p>
4.3.1.1 4.3.1.1	<p>Jika material-material beton harus diukur, ditakar, atau dicampur selain dari kesesuaian dengan ASTM C94/C94M, tentukan cara prosedur ini harus dilaksanakan.</p> <p>Tetapkan jika fasilitas produksi campuran beton siap pakai harus disertifikasi oleh program sertifikasi NRMCA untuk fasilitas produksi beton siap pakai atau program yang setara. Program sertifikasi NRMCA adalah sesuai dengan NRMCA Quality Control Manual-Section 3.</p>
4.3.2.1	Tetapkan apabila penyesuaian <i>slump</i> dengan cara penambahan air di lokasi proyek tidak diizinkan.
4.3.2.2	Jika diperlukan atau diizinkan waktunya lebih pendek atau lebih lama untuk menyelesaikan penuangan beton, tetapkan waktu maksimum.
<i>Penanganan, pengecoran, dan konstruksi</i>	
5.1.2.1	Tetapkan jika penyerahan yang tercantum pada 5.1.2.1.a sampai 5.1.2.1.f tidak wajib disampaikan.



## Daftar periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
5.1.2.1.f	Tentukan jika suatu permintaan untuk penerimaan kegiatan pra-penuangan beton tidak diperlukan. Bila diperlukan, tentukan sebuah konferensi pra-konstruksi diselenggarakan sebelum kegiatan konstruksi dimulai.
5.1.2.2.c	Tetapkan jika suatu permintaan untuk penerimaan proteksi terhadap cuaca basah harus disampaikan.
5.1.2.1.d	Tetapkan jika permintaan untuk penerimaan tindakan pencegahan cuaca panas harus diserahkan.
5.1.2.1.e	Tetapkan jika permintaan untuk penerimaan tindakan pencegahan cuaca dingin harus diserahkan.
5.1.2.1.f	Tetapkan apakah sampel-sampel finishing sesuai dengan 5.3.3.2 harus diserahkan.
5.1.2.1.g	Tetapkan jika suatu permukaan agregat terekspos diperlukan.
5.2.1.1	Apabila penampilan adalah suatu faktor, tetapkan air perawatan bebas dari zat-zat yang dapat menodai atau mengubah warna beton. Kemampuan pewarnaan dari air perawatan dapat dievaluasi dengan cara CRD-C 401.
5.2.1.4	Tetapkan material-material perbaikan alternatif. Material tersebut harus sesuai dengan kondisi eksposur dan melekat pada komponen eksisting.
5.3.2.1.c	Jika batas temperatur beton lebih tinggi atau lebih rendah dari 35 °C untuk komponen beton adalah diperlukan atau dapat diterima, berdasarkan pada komponen yang dicor, lokasi, kelembaban relatif, dan pengalaman masa lalu, tentukan temperatur beton yang diizinkan lebih rendah atau lebih tinggi dalam cuaca panas. Kaji ACI 305R untuk panduan tentang menentukan temperatur yang lebih tinggi.
5.3.2.5	Tetapkan waktu konsolidasi beton dengan metode-metode selain getaran dapat diizinkan. Tetapkan waktu yang diizinkan metode-metode konsolidasi lain.
5.3.2.6	Tetapkan jika lekatan diperlukan pada join konstruksi.
5.3.3.2	Tetapkan jika <i>finishing</i> yang disyaratkan harus dicocokkan dengan suatu panel sampel lengkap untuk tujuan perbandingan. Tentukan lokasi sampel <i>finishing</i> dan lokasi <i>finishing</i> di tempat.
5.3.3.3	Tetapkan toleransi lebih ketat untuk <i>finishing</i> sesuai pengecoran sesuai kebutuhan berdasarkan pada pentingnya penampilan permukaan. Lihat daftar periksa persyaratan opsional untuk 2.2.2.6 guna panduan tambahan.
5.3.3.3.b	Tentukan jika <i>mockup</i> tidak diperlukan.
5.3.3.4	Tentukan bagian-bagian struktur untuk menerima <i>finishing</i> permukaan SF 2.0.
5.3.3.4.a	Tentukan bagian-bagian struktur untuk yang menerima <i>finishing</i> digosok halus.
5.3.3.4.b	Tentukan bagian-bagian struktur untuk menerima <i>finishing</i> digosok grout-dibersihkan. Tentukan persyaratan grout alternatif. Satu contoh mungkin cocok dengan warna grout untuk mewarnai permukaan beton yang akan diterapkan grout. Bila warna tersebut terjadi, pertimbangkan termasuk pernyataan bahwa bila warna grout cerah akibat pengeringan, gosok permukaan dan jaga permukaan tetap basah selama 36 jam sesudahnya.
5.3.3.4.c	Tentukan bagian-bagian struktur untuk menerima <i>finishing</i> dengan roskam. Tentukan persyaratan grout alternatif. Salah satu contoh dapat senada dengan warna grout untuk mewarnai permukaan beton yang akan digrout.
5.3.3.5	Tetapkan lokasi dan tipe <i>finishing</i> alternatif sesuai bekisting yang dicor.



## Daftar periksa persyaratan Opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pembuat Spesifikasi
5.3.4.1	<p>Tentukan waktu untuk pekerja <i>finishing</i> beton <i>flatwork</i> bersertifikat lebih atau kurang diperlukan atau diizinkan.</p> <p>Kualifikasi lebih ketat untuk kontraktor <i>finishing</i> dan pekerja <i>finishing</i> mungkin cocok dengan kemampuan layan lantai penting untuk pemilik dan untuk proyek-proyek lantai besar dengan persyaratan spesifik untuk kerataan, beban berat, lalu lintas truk pengangkat sering, atau lalu lintas truk gudang otomatis. Untuk proyek-proyek semacam itu, tetapkan bahwa kontraktor <i>finishing</i> menggunakan pekerja <i>finishing flatwork</i> berkualitas terampil yang diperlukan dalam pekerjaan khusus. Pekerja <i>finishing flatwork</i> harus bersertifikat berdasarkan pengalaman kerja terdokumentasi atau berhasil menyelesaikan program sertifikasi yang mencakup ujian tertulis dan ujian kinerja seperti yang dijelaskan dalam ACI CP-10.</p>
5.3.4.2.b	Jika dapat diterapkan, tetapkan toleransi yang lebih ketat. Toleransi dari ACI 117M untuk permukaan konvensional diterapkan untuk konstruksi lantai pada umumnya. Untuk lantai yang membutuhkan toleransi lebih ketat, tentukan toleransi lantai "cukup datar", "datar", "sangat datar" atau "super datar" dari ACI 117M. Mengacu pada ACI 302.1R dan penjelasan untuk ACI 117M guna panduan lebih lanjut.
5.3.4.2.c	Jika dapat diterapkan, tetapkan toleransi yang lebih ketat. Toleransi konvensional dari ACI 117M diterapkan untuk konstruksi lantai pada umumnya. Untuk lantai yang membutuhkan toleransi lebih ketat, misalnya seperti pada daerah uji sensitif perumahan atau peralatan monitor, tentukan toleransi lantai "datar" atau "sangat datar" dari ACI 117M. Mengacu pada ACI 302.1R dan penjelasan untuk ACI 117M guna panduan lebih lanjut.
5.3.4.2.e	Untuk <i>finishing dry-shake</i> , tentukan metal atau agregat mineral, metode <i>finishing</i> akhir, dan lokasi.
5.3.4.2.f	Untuk <i>heavy-duty topping</i> untuk <i>slab</i> dua lapis, tentukan material, metode <i>finishing</i> akhir, dan lokasi. Tentukan waktu untuk diizinkan atau diperlukan agen lekatan selain grout semen.
5.3.4.2.h	Tentukan lokasi <i>finishing</i> nonslip. Apabila akan digunakan partikel abrasif selain aluminium oksida hancur, tentukan partikel abrasif lainnya.
5.3.4.2.i	Untuk <i>finishing</i> agregat terekspose, tentukan lokasi, warna, retarder permukaan, dan ukuran agregat (biasanya 9,5 mm sampai 16,0 mm).
5.3.4.3.a	Tentukan jika diperlukan waktu alternatif untuk pengukuran toleransi.
5.3.4.3.b	<p>Toleransi <i>finishing</i> lantai alternatif, tipe lantai, dan area lantai dapat disyaratkan bila dapat diterima. "Metode sejajar 3-m" pada pengukuran toleransi yang disyaratkan dalam ACI 117M berlaku untuk banyak aplikasi konstruksi lantai umum yang kecil. Sistem pengukuran F-angka yang disyaratkan dalam ACI 117M berlaku untuk banyak aplikasi konstruksi lantai khusus besar dan umum. Untuk lantai yang membutuhkan toleransi ketat, seperti di daerah dengan lalu lintas truk angkat yang sering, forklift gudang otomatis, atau uji sensitif perumahan dan peralatan monitor, tentukan toleransi lantai baik "datar" atau "sangat datar" dari ACI 117M menggunakan sistem pengukuran F-angka.</p> <p>Bila disyaratkan sistem pengukuran F-angka untuk lantai tanpa penopang, tetapkan hanya nilai <math>F_F</math>, bukan nilai <math>F_L</math>. Gunakan hati-hati saat menentukan sistem pengukuran F-angka di area lantai yang miring, kecuali telah ditetapkan kemiringan konstan spesifik sehingga nilai <math>F_F</math> adalah sesuai. Mengacu pada ACI 302.1R dan penjelasan untuk ACI 117M untuk panduan lebih lanjut.</p>
5.3.5	Tetapkan jika diperlukan join yang dipotong dengan gergaji.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
5.3.6.1	<p>Pengukuran yang disyaratkan dalam 5.3.6 adalah untuk perawatan beton final. Tetapkan perawatan awal sesuai dengan ACI308.1 untuk perlindungan tambahan terhadap kehilangan kelembaban dari saat pengecoran untuk inisiasi pengukuran perawatan final. Pengukuran perawatan awal bermanfaat ketika kecepatan <i>bliding</i> diperkirakan akan rendah karena penggunaan material sementisius tambahan seperti abu terbang, <i>slag</i>, atau <i>silica fume</i>; kadar udara yang tinggi; <i>w/cm</i> rendah, atau bila kondisi penguapan cenderung parah selama pengecoran dan <i>finishing</i>. Mengacu pada ACI 308R untuk panduan tambahan.</p> <p>Untuk permukaan-permukaan beton yang memerlukan peningkatan daya tahan, seperti ketahanan pakai tinggi, permeabilitas rendah, atau retak minimal, durasi perawatan yang lebih lama dapat diperlukan lebih dari yang dibutuhkan untuk memenuhi kriteria kuat tekan saja. Apabila properti-properti ditingkatkan sesuai yang diperlukan, direkomendasikan periode perawatan minimal 7 hari untuk beton kekuatan awal tinggi, 14 hari untuk beton paduan semen Tipe I atau Tipe II, dan 14 sampai 21 hari untuk beton paduan pozzolan sebagai salah satu material sementisius. Tetapkan durasi perawatan lebih lama sesuai dengan persyaratan kinerja beton. Mengacu pada ACI 308R untuk panduan tambahan.</p> <p>Tetapkan apakah diperlukan prosedur perawatan pada 5.3.6.4 yang memasok tambahan air. Tentukan jika satu dari tiga kriteria untuk mengakhiri perawatan, atau diperlukan beberapa kriteria lain untuk mengakhiri perawatan.</p> <p>Tentukan jika pasokan tambahan air diperlukan untuk seluruh periode perawatan.</p>
5.3.6.4	Tetapkan lokasi yang membutuhkan metode perawatan spesifik. Mengacu pada ACI 308R untuk rekomendasi metode perawatan spesifik.
5.3.6.5	Persyaratan untuk tingkat perubahan temperatur telah dikutip dari ACI 306.1. Untuk persyaratan opsional pengecoran beton pada cuaca dingin, mengacu pada daftar Periksa persyaratan opsional untuk 4.2.2.6 dan syarat ACI 306.1 dalam keseluruhannya, jika sesuai.
5.3.7.3	Tetapkan metode perbaikan alternatif.
5.3.7.6	Tetapkan noda, karat, efflorescens, dan endapan permukaan yang harus dibatasi, dan uraikan untuk sejauh mana mereka tidak dapat diterima.
<b>Beton struktural</b>	
6.1.1.3	Kaji Pasal 1 sampai Pasal 5 dan tetapkan persyaratan yang harus dihilangkan atau ditambahkan untuk beton arsitektural.
6.1.2.4	Tetapkan bilamana kontraktor diwajibkan untuk menyerahkan rencana pembuangan air limbah yang dihasilkan dari operasi pencucian permukaan.
6.1.3.1	Tetapkan sistem atau produk yang memerlukan produsen spesialis teknis di lapangan. Tetapkan kapan dan untuk berapa lama seorang spesialis teknis disetujui oleh produsen khusus barang harus ada di lokasi untuk memberikan bantuan teknis.
6.1.3.2	Tetapkan dalam dokumen kontrak jika diperlukan konferensi prakonstruksi.
6.1.3.3	Tetapkan waktu beton arsitektural harus cocok dengan standar referensi beton arsitektural. Tunjukkan lokasi standar referensi beton arsitektural pada dokumen penawaran dan dokumen kontrak.
6.1.3.4.a	Tetapkan waktu yang diperlukan mockup lapangan dan tunjukkan persyaratan spesifik untuk mockup.
6.2.1.1	Tetapkan bila semen spesifik akan diperlukan untuk beton arsitektural.
6.2.1.2.a	Tetapkan dapat diterima air selain dari air yang dapat minum.
6.2.1.3	Tetapkan apabila agregat husus diperlukan untuk beton arsitektural. Persyaratan agregat khusus dapat mencakup warna spesifik, bentuk, atau ukuran.
6.2.1.3.a	Tetapkan persyaratan agregat.
6.2.1.7.a	Tetapkan tipe bekisting apabila selain kepadatan tinggi, diperbolehkan permukaan bekisting yang tidak mentransmisikan uap.
6.2.1.9	Tetapkan apabila lokasi, ukuran, dan jarak antar rustikasi dan ungkapkan strip yang disyaratkan harus ditunjukkan.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
6.2.1.11.e	Tetapkan apabila asam harus digunakan.
6.2.2.1.b	Tetapkan jika toleransi selain dari <i>finishing</i> Kelas A ACI117M diperlukan.
6.2.2.1.d	Tetapkan diperbolehkan untuk menempatkan pengikat di dalam daerah beton arsitektural terekspos.
6.3.5	Tetapkan daerah-daerah yang diperlukan <i>finishing</i> digosok halus atau <i>finishing</i> serupa.
6.3.8	Tetapkan kondisi untuk pembongkaran bekisting jika lain dari yang disyaratkan dalam Pasal 2.
6.3.9.2	Tetapkan daerah yang diizinkan atau diperlukan <i>finishing</i> sesuai pengecoran. Tetapkan pengikat diizinkan di dalam area sesuai pengecoran.
6.3.10.3.a	Tetapkan derajat peledakan abrasif dengan menggunakan deskripsi "sikat", "ringan", "menengah" atau "berat."
<b>Beton ringan</b>	
7.1.1	Kaji ulang Pasal 1 sampai 5 dan tentukan persyaratan yang harus dihilangkan atau ditambahkan untuk beton ringan.
7.2.2.1	<p>Tentukan jika kadar udara akan diukur pada lokasi-lokasi alternatif. Pengukuran udara diperbolehkan pada titik penyerahan apabila tidak ada kekhawatiran terhadap hilangnya udara dalam beton ringan selama prosedur pengangkutan dan pengecoran.</p> <p>Apabila beton diambil sampelnya dengan metode apapun selain yang ditetapkan oleh ASTM C172, tetapkan beton harus diambil sampelnya dan jelaskan metode untuk mendapatkan sampel.</p>
7.2.2.2	<p>Tentukan bahwa jika kehilangan slump selama pemompaan ditentukan, penerimaan atau penolakan beton berdasarkan <i>slump</i> dapat ditentukan pada titik pengiriman.</p> <p>Tentukan apabila bahan tambahan campuran jenis plasticizer atau pereduksi air rentang tinggi diperlukan atau diizinkan untuk memproduksi beton dengan daya alir tinggi. Jika demikian, tentukan <i>slump</i> yang disyaratkan jika berbeda dari yang ditunjukkan dalam 4.2.2.2.</p>
7.2.3.1	Tentukan metode penentuan kepadatan ekuilibrium jika dihitung metode lain dari yang didalam ASTM C567. Metode-metode lain yang tercantum dalam ASTM C567 termasuk metode kering-oven, dan metode kepadatan ekuilibrium terukur.
<b>Beton massa</b>	
8.1.2	<p>Tentukan jika batas temperatur maksimum dalam beton setelah pengecoran dapat lain dari 70°C. Temperatur maksimum dibatasi untuk meminimalkan kekhawatiran ketahanan di masa depan akibat tertundanya pembentukan ettringite (<i>delayed ettringite formation/DEF</i>) dan pengurangan kekuatan ultimit potensial. Beton yang mengandung bahan sementisius tambahan mungkin memiliki penurunan risiko DEF dan dapat dibenarkan temperatur internal di atas 70 °C (Gajda 2007).</p> <p>Tentukan jika batas perbedaan temperatur maksimum dalam beton setelah pengecoran dapat selain 19°C. Perbedaan temperatur harus dibatasi untuk meminimalkan retak termal. Suatu batas perbedaan temperatur yang lebih tinggi dapat diterima tergantung pada properti-properti beton, dimensi pengecoran, dan konfigurasi penulangan. Batas perbedaan temperatur untuk suatu campuran beton dan kondisi pengecoran spesifik dapat ditentukan melalui simulasi numerik dan memperbandingkan antara regangan-regangan induksi-termal hasil hitungan dengan regangan tarik beton. Mengacu pada ACI 207.2R untuk panduan tambahan.</p>



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
8.1.3	<p>Tentukan rencana pengendalian termal tidak diperlukan.</p> <p>Tentukan rencana pengendalian termal harus memiliki persyaratan selain yang tercantum. Suatu rencana kontrol termal dapat ditujukan untuk pengecoran tunggal atau serangkaian pengecoran serupa yang menggunakan campuran beton yang sama.</p>
8.2.1.1.a	<p>Tentukan jika diperbolehkan material sementisius tipe-tipe lain.</p> <p>Tentukan jumlah maksimum material sementisius tambahan yang diizinkan. Dalam banyak pengecoran beton massa, abu terbang Kelas F mencapai 40 sampai 50% dari material sementisius, atau dalam semen <i>slag</i> mencapai 50 sampai 75% dari material sementisius.</p> <p>Campuran <i>ternary</i> kadang-kadang juga digunakan. Tingkat penggantian dikurangi kadang-kadang diperlukan akibat masalah daya tahan yang berhubungan dengan eksposur, seperti dibahas dalam Pasal 4. Karena beton dengan semen panas hidrasi rendah, tingkat penggantian tinggi dari semen <i>slag</i>, atau abu terbang Kelas F umumnya telah menunda waktu pengikatan dan menurunkan kekuatan awal, pertimbangkan implikasi usia dini pada waktu pengikatan, tekanan bentuk, pembongkaran bekisting, penanganan silinder, durasi perawatan, dan pasca-penarikan. Apabila semen <i>slag</i> kurang dari 50% dari material sementisius, kenaikan temperatur adiabatik mungkin lebih tinggi daripada jika semen <i>slag</i> tidak termasuk dalam material sementisius.</p>
8.2.1.1.b	Tentukan apakah diperbolehkan semen kekuatan awal tinggi, apabila rencana pengendalian termal menunjukkan bahwa batas-batas temperatur maksimum yang disyaratkan dan perbedaan temperatur maksimum tidak akan dilampaui.
8.3.1.1.a	Tentukan jika diperlukan durasi perawatan lebih lama dari yang diberikan dalam 5.3.6.1. Sebuah periode perawatan 7 hari sudah cukup untuk beton massa yang diproporsikan untuk kekuatan yang disyaratkan 28 hari. Apabila kekuatan beton berdasarkan kekuatan tekan 56 atau 90 hari, perpanjang periode perawatan paling sedikit 14 hari. Jika pengukuran atau penentuan kekuatan di tempat pada usia awal digunakan untuk mengurangi waktu perawatan, pengukuran kekuatan harus di lokasi terlemah dari pengecoran, yaitu pada permukaannya.
8.3.1.1.b	<p>Untuk permukaan dicetak, tentukan metode yang dapat diterima untuk menjaga kelembaban, selain dari mempertahankan cetakan di tempat.</p> <p>Tentukan perawatan air diperbolehkan bila rencana pengendalian termal menunjukkan batas-batas temperatur maksimum dan perbedaan temperatur maksimum yang disyaratkan tidak akan dilampaui.</p>
8.3.1.2	Tentukan jika diperlukan durasi spesifik untuk kontrol termal. Kontrol termal biasanya diperlukan paling cepat 7 hari untuk menghindari terlewati batas-batas perbedaan temperatur. Mungkin diperlukan periode yang lebih lama untuk pengecoran tertentu.
8.3.1.2.a	<p>Tentukan persyaratan alternatif untuk jumlah minimum sensor temperatur dan dimana mereka harus ditempatkan.</p> <p>Tentukan persyaratan alternatif untuk seberapa sering sensor temperatur harus dipantau.</p> <p>Tentukan frekuensi data yang diserahkan jika diperlukan selain pengiriman harian.</p>
8.3.1.2.b	Tentukan jika perbandingan temperatur tidak diperlukan atau diizinkan pada suatu frekuensi yang berbeda. Perbandingan direkomendasikan setidaknya satu kali per hari kerja.
<i>Beton pasca tarik</i>	
9.1.1	Kaji ulang Pasal 1 sampai 5 dan tentukan persyaratan tambahan atau persyaratan yang harus dihilangkan untuk beton pasca-tarik.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
9.1.2.1.a	Tentukan jika gambar kerja harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi.  Tentukan waktu data uji kekakuan saluran harus diserahkan.
9.1.2.1.b	Tentukan waktu perhitungan harus diserahkan.  Tentukan jika perhitungan harus ditandatangani dan disegel oleh seorang insinyur desain berlisensi.
9.1.2.1.c	Tentukan jika perhitungan desain harus diserahkan.
9.1.2.1.d	Tentukan penyerahan pengujian tambahan.
9.1.2.2	Tentukan penyerahan yang diperlukan.
9.1.3.1.b	Tentukan jika ada lingkungan agresif dan diperlukan pengujian yang tepat.
9.2.1	Tunjukkan daerah-daerah yang dianggap lingkungan agresif yang diperlukan enkapsulasi baja prategang pada saat penegangan, menengah, dan penjangkaran tetap. Tentukan jika data uji adalah untuk diserahkan guna menunjukkan kepatuhan enkapsulasi jangkar dengan persyaratan kedap air dari ACI 423.7.
9.2.1.2.c	Tentukan rasio daerah saluran-baja minimum. Dalam kasus keterbatasan ruang, daerah saluran minimal dapat direduksi sampai 2,0 kali luas bersih baja prategang, dan harus dipertimbangkan diterima untuk tendon pendek (kurang lebih 30 m).
9.2.1.2.d	Jika diperlukan tentukan lokasi-lokasi lain untuk outlet dan inlet.
9.2.1.2.e	Tentukan kapan pengujian saluran diperlukan.  Tentukan radius saluran minimum dan kekakuan lentur, jika saluran yang lebih fleksibel diperlukan untuk mengakomodasi tikungan radius kecil.
9.2.1.4	Tunjukkan lokasi <i>coupler</i> apabila diperlukan.
9.2.2	Tentukan jika diperlukan salah satu grout thixotropic atau nonthixotropic.  Tentukan waktu yang diinginkan verifikasi konsistensi grout.
9.2.2.1	Tentukan material sementisius tambahan diizinkan. Jika dikehendaki, tentukan proporsi campuran grout.
9.2.2.2	Tentukan bahan campuran tambahan alternatif dapat digunakan.
9.2.2.2.c	Tunjukkan apabila diperlukan pencegah korosi.
9.2.2.2.d	Tunjukkan apabila kompensasi penyusutan atau bahan tambahan campuran pengembang diperlukan.  Tentukan hasil-hasil uji ASTM C940 diperlukan.
9.2.2.3	Tentukan pengujian-pengujian mana yang tidak diperlukan.
9.2.2.3.b	Tentukan pengujian-pengujian untuk <i>bliding</i> jika grout tersebut ditujukan untuk lingkungan yang agresif.  Tentukan uji tekanan dan <i>bliding</i> maksimum untuk uji stabilitas bliding jika nilai <i>default</i> tidak dapat diterima.  Tentukan jika uji ulangan diperlukan dan jumlah pengujian dibutuhkan.
9.2.2.3.d	Tentukan kekuatan tekan minimum.
9.2.2.4.a	Tentukan uji coba lapangan.  Bila diperlukan, tentukan uji mockup lapangan dari grout.
9.3.1	Tentukan kualifikasi alternatif untuk pemasang.
9.3.2	Tentukan parameter tambahan pemeriksaan.  Tentukan persyaratan sertifikasi untuk pemeriksa.



## Daftar periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
9.3.3.4.b	Tentukan tekanan udara dan kriteria penerimaan untuk pengujian tekanan saluran.
9.3.4.1	Tentukan persyaratan pengalaman untuk pengawas grouting dan bukti dari pengalaman yang diperlukan.
9.3.4.6	Di lingkungan agresif, tentukan bahwa ujung-ujung tendon dilindungi oleh penutup sampai penerimaan untuk memotong ekor tendon telah diberikan oleh perencana/penanggung jawab struktur.
9.3.5.5.c, 9.3.5.5.f	Tentukan persyaratan penutup alternatif.
9.3.5.6.a	Tentukan join kedap air apabila diperlukan. Di lingkungan agresif, join harus kedap air.
9.3.5.8.b	Tentukan jika perbaikan tidak diperlukan.
9.3.6.3	Tentukan toleransi-toleransi lain bila diperlukan.
9.3.6.4	Tentukan tambahan lain penulangan <i>hairpin</i> dengan jari-jari kelengkungan kurang dari 480 diameter <i>strand</i> .
9.3.9.1	Tentukan metode-metode alternatif untuk memotong kelebihan panjang tendon di luar penjangkaran.
<b>Beton tahan susut</b>	
10.1.2	Tentukan persyaratan Pasal 1 sampai 5 yang tidak berlaku.
10.2.1.1.a	Jika semen ekspansif lain dari ASTM C845, Tipe E-1 (K) dapat diterima atau disyaratkan, tentukan tipe semen.
10.2.1.1.c	Abu terbang atau <i>blast-furnace slag</i> digiling halus akan mempengaruhi ekspansi dan tidak boleh digunakan tanpa pengujian yang cukup.
10.2.1.2.a	Bahan tambahan campuran untuk mempercepat, khususnya yang mengandung kalsium klorida, dapat mengurangi ekspansi beton dan tidak boleh diizinkan untuk digunakan dalam beton kompensasi penyusutan.
10.2.2.2	Jika diinginkan batas-batas ekspansi maksimum dan minimum yang berbeda, tentukan persyaratan tersebut. Ekspansi minimum yang diperlukan didasarkan pada penyusutan yang diproyeksikan untuk campuran beton tertentu dan jumlah penulangan yang digunakan. Pelajari ACI 223 untuk panduan.
10.2.2.3	Jika <i>slump</i> harus berbeda dari maksimum 150 mm pada titik pengecoran, tentukan persyaratan ini. Mengacu daftar periksa persyaratan opsional 4.2.2.2 untuk panduan tentang kehilangan slump antara titik-titik pengiriman dan pengecoran.
10.2.3.1	Akibat hilangnya <i>slump</i> awal beton kompensasi penyusutan, maka perlu memproporsikan campuran beton untuk mempertimbangkan kehilangan slump awal. Jika campuran beton yang digunakan dalam pekerjaan memiliki waktu pengiriman lebih lama dari 20 menit, tentukan waktu tahan lebih lama untuk digunakan dalam prosedur memproporsikan campuran coba. Pelajari ACI 223 untuk panduan.
10.2.4	Tentukan kelas tulangan dan jumlah tulangan yang diperlukan.  Beton kompensasi penyusutan harus selalu diberi penulangan. Tentukan jumlah tulangan yang diperlukan sesuai dengan SNI 2847. Mengacu pada ACI 223 untuk panduan tambahan.
10.2.5	Tentukan alternatif material pengisi join isolasi yang kompresibel, apabila diinginkan.
10.3.1.2	Tentukan posisi tulangan pada penulangan <i>slab</i> di atas tanah jika berbeda dari 50 mm dari permukaan atas.
10.3.2.2	Jika waktu yang lebih lama antara pengecoran bagian yang bersebelahan diperlukan, tentukan waktu yang dibutuhkan. Mengacu pada ACI 223 untuk panduan.
10.3.4	Jika perawatan akan dilanjutkan untuk lebih dari 7 hari, atau jika metode selain perawatan air dapat diterima, tetapkan persyaratan dalam dokumen kontrak.
<b>Slab lantai industrial</b>	



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
<i>Slab lantai industrial</i>	
11.1.2	Tentukan persyaratan Pasal 1 sampai 5 yang tidak berlaku.
11.1.2.1	Tentukan jika diperbolehkan tebal <i>slab</i> kurang dari 150 mm.  Tentukan persyaratan dasar alternatif
11.1.3.2.a	Tentukan jika hasil uji susut harus disampaikan dan batas susut disyaratkan. Susut beton ultimit dapat diprediksi dari hasil uji usia dini sesuai dengan ACI 209R.  Jika diinginkan, tentukan periode pengeringan yang lebih lama untuk data penyusutan.
11.1.3.2.d	Tentukan jika lembar data peralatan produsen untuk menginstal join kontraksi adalah disyaratkan diserahkan.
11.1.3.2.e	Tentukan kompon untuk perawatan dapat digunakan akan dipasang finising lantai selanjutnya. Tentukan kompon perawatan yang dapat diterima atau disyaratkan pembersihan kompon perawatan dengan metode yang dapat diterima sebelum menginstal <i>finishing</i> lantai.
11.1.3.2.j	Tentukan jika jarak maksimum antar join lebih besar dari 4,6 m dapat diterima. Tata letak join harus mematuhi jarak join maksimum yang direkomendasikan oleh ACI 360R berdasarkan karakteristik penyusutan dari campuran beton. Join-join harus dilanjutkan. Hindari persimpangan "T".
11.1.3.2.1	Tentukan desain bekisting konstruksi join harus disampaikan.
11.2.1.1	Tentukan ASTM C150 Tipe III, semen kekuatan awal tinggi dapat diterima. Semen Tipe III secara signifikan dapat meningkatkan potensi penyusutan beton dan retak termal.
11.2.1.2.a	Tentukan persyaratan agregat jika persyaratan ASTM C33 tidak mencukupi atau jika diinginkan ukuran maksimum nominal alternatif. Gradasi lebih ketat atau batasan-batasan untuk lignit, batubara, atau substansi merusak lainnya boleh disyaratkan. Lihat ACI 302.1R untuk panduan lebih lanjut.
11.2.1.2.b	Tentukan jika agregat alternatif dapat diterima untuk digunakan sebagai material lapisan bawah.
11.2.1.3.a	Tentukan jika bahan tambahan campuran mengandung ion klorida dapat diterima dan dosis maksimum berdasarkan susut ultimit yang diserahkan.
11.2.2	Tentukan alternatif atau persyaratan campuran tambahan jika dikehendaki.
11.2.2.2	Tentukan temperatur maksimum alternatif jika diinginkan. Mengacu pada ACI 360R dan ACI 305R untuk panduan dan pertimbangkan batas temperatur alternatif yang lebih rendah guna mengurangi risiko retak-retak akibat kontraksi termal. Pertimbangkan untuk mensyaratkan bahwa evaluasi campuran beton pada 11.2.2 dilakukan pada temperatur pengecoran yang diantisipasi.
11.2.4	Tentukan material retarder uap alternatif dan ketebalan yang diperlukan jika kurang dari 0,25 m.
11.2.5	Apabila diperlukan, tentukan tipe (tipe-tipe) penulangan slab dan tunjukkan jumlah dan lokasi dari penulangan slab dalam dokumen kontrak.
11.2.6	Tentukan join-join yang menerima perangkat transfer beban dan tunjukkan tipe-tipe perangkat yang dapat diterima. Perangkat transfer beban mekanik yang dapat diterima bisa batang dowel halus (bulat atau persegi) atau pelat-pelat dowel (tersedia dalam berbagai bentuk dan sistem instalasi). Perangkat transfer beban baja harus memiliki metode untuk mencegah lekatan dengan beton.
11.2.7	Tentukan material pengisi join alternatif.
11.2.8	Tentukan persyaratan material tambahan jika diperlukan. Jika material join diantisipasi akan menahan tekan seperti pada perimeter kolom dalam slab pasca-tarik atau <i>slab</i> kompensasi penyusutan, gunakan material pengisi join isolasi kompresibel yang tidak mengembangkan tegangan yang lebih besar dari 170 kPa pada 50% regangan bila diuji sesuai dengan ASTM D1621 atau D3575.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
11.2.10	Tentukan daerah-daerah <i>densifier</i> yang akan digunakan.
11.2.11	Tentukan daerah-daerah pengeras <i>dry-shake</i> yang akan digunakan.
11.3.1	Tentukan kompaksi sesuai ASTM D1557 bila diperlukan kepadatan dasar yang lebih tinggi.  Tunjukkan daerah <i>retarder</i> uap diperlukan langsung di bawah <i>slab</i> .
11.3.5	Tentukan yang diinginkan <i>finishing</i> alternatif. Mengacu ke ACI 302.1R untuk panduan. Pertimbangkan kebutuhan penggunaan <i>straightedge</i> jalan raya guna meningkatkan kerataan. Selain itu, bila agregat membayang muncul ketika melakukan <i>finishing</i> beton yang telah dioptimalkan untuk kinerja susut, pertimbangkan persyaratan berjalan di belakang <i>trowel</i> mesin yang dilengkapi dengan sepatu apung sebagai <i>first pass</i> bukannya <i>pan floats</i> .  Tentukan waktu yang diperlukan pengeras permukaan.
11.3.5.1	Tentukan toleransi permukaan alternatif jika diperlukan.
11.3.6.2	Tentukan join-join konstruksi yang tidak harus dipotong dengan gergaji. Join-join yang dilalui oleh kendaraan roda keras harus dipotong dan diisi dengan pengisi join semi-kaku.
11.3.6.3	Tentukan persyaratan alternatif untuk join-join kontraksi bila diperlukan.
11.3.7	Tentukan masa perawatan kurang dari 7 hari dapat diterima.
11.3.8	Tentukan waktu yang diperlukan cairan <i>densifier</i> permukaan.
11.3.9	Tentukan join-join yang tidak diberi pengisi semi-kaku. Tentukan jika pengisian join harus dilakukan pada waktu selain dari yang direkomendasikan oleh produsen. Menurut ACI 209R, 90% dari penyusutan dapat diperkirakan terjadi selama 12 bulan sampai 18 bulan pertama di bawah pengeringan berkelanjutan. Ketika beton menyusut, join melebar. Pelebaran join menyebabkan terlepasnya pengisi sehingga dibutuhkan koreksi. Tentukan jika monitoring/koreksi pengisi join harus diperpanjang melebihi masa garansi.
<b>Konstruksi tilt-up</b>	
12.1.3	Kaji ulang Pasal 1 sampai Pasal 5 dan tentukan persyaratan-persyaratan yang harus dihilangkan atau ditambahkan untuk beton <i>tilt-up</i> .
12.1.4	Tentukan item-item penyerahan yang tidak diperlukan.
12.2.1	Tentukan jika diperlukan agregat-agregat khusus.
12.2.2	Tentukan <i>shim</i> bantalan alternatif.
12.2.9	Tentukan jika nilai R yang berbeda dapat diterima.
12.3.1	Tentukan <i>slab</i> lembaran akan digunakan.
12.3.11.2	Tentukan jika diperlukan eksposur agregat selain dari 10 mm.
12.3.14	Tentukan jika diperlukan agregat yang dibuka selain dari 3 mm.
12.3.16	Tentukan cairan kompon perawatan pembentuk membran tidak boleh digunakan.
12.3.17.4	Tentukan prosedur perbaikan untuk memperbaiki kerusakan panel.
12.3.19.1, 12.3.19.3	Tentukan waktu yang diperlukan balok-balok.
<b>Beton struktural pracetak</b>	
13.1.1	Tentukan jika berlaku persyaratan beton ringan Pasal 7.
13.1.2.1.a	Tentukan apabila pengajuan proporsi campuran beton dan karakteristik-karakteristik tidak diperlukan.
13.1.2.1.b	Tentukan jika gambar kerja untuk pengaku sementara dan penopang harus diserahkan. Tentukan jika perhitungan untuk pengaku sementara dan penopang diperlukan. Tentukan jika gambar kerja untuk pabrikasi harus diserahkan.
13.1.2.1.d	Tentukan jika perhitungan desain struktural harus disampaikan.
13.1.2.1.e	Tentukan jika perhitungan desain harus diserahkan.
13.1.2.2.a	Tentukan jika laporan pengujian atau sertifikasi material harus diserahkan dan ditandatangani oleh produsen resmi atau perwakilan pemasok.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
13.1.2.3	Tentukan periode retensi data produk lebih lama dari 5 tahun jika diinginkan.
13.1.3.1	Jika mungkin, tentukan bahwa pelaksana tidak perlu memenuhi kualifikasi dari PCI. Pelaksana harus memiliki pengalaman dalam pekerjaan beton pracetak pada minimal tiga proyek setara dengan lingkup proyek yang sama dengan pemilik atau perencana/penanggung jawab struktur yang menentukan kesesuaian pengalaman. Hubungi PCI untuk pelaksana berkualitas PCI yang terdaftar saat ini.
13.1.3.2	Tentukan jika kualifikasi pabrikator berbeda diperbolehkan. PCI MNL 116 dan MNL 117 memberikan mandat sumber persyaratan pengujian dan manual sistem mutu suatu pabrik. Sertifikasi PCI juga memastikan audit periodik untuk pabrik untuk memenuhi persyaratan dalam PCI MNL 116 dan MNL 117. Tentukan persyaratan sertifikasi personil alternatif untuk pengujian dan pemeriksaan. Tentukan jika pengalaman kerja 5 tahun tidak diperlukan.
13.1.3.3	Tentukan jika kualifikasi tukang las tidak diperlukan.
13.1.3.4	Tentukan jika perhitungan ketahanan kebakaran tidak diperlukan. Apabila ketahanan terhadap kebakaran perlu dihitung, tentukan PCI MNL 124 atau ACI 216.1/TMS 0216.1.
13.1.3.5	Tentukan jika konferensi prakonstruksi tidak diperlukan.
13.2.1.1	Tentukan kapan Kontraktor tidak memiliki tanggung jawab desain.
13.2.3.a	Tentukan persyaratan yang berbeda dari Pasal 3 atau yang disyaratkan dalam pasal ini. Pedoman untuk mengevaluasi tingkat pengkaratan pada <i>strand</i> diberikan dalam Sason (1992).
13.2.4.1	Tentukan persyaratan yang berbeda dari Pasal 4 atau yang disyaratkan dalam pasal ini.
13.2.4.2	Tentukan jika agregat ringan diperlukan. Kaji ulang Pasal 7 dan modifikasi persyaratan agar sesuai dengan proyek.
13.2.6.1	Tentukan jika diperlukan ganjal bantalan tertentu.
13.2.6.2.a	Tentukan persyaratan untuk <i>reglet</i> .
13.2.7.1	Tentukan jika diinginkan material alternatif. Tambahkan sistem grout lain yang sesuai proyek. Tunjukkan lokasi masing-masing grout pada dokumen kontrak jika dibutuhkan lebih dari satu tipe.
13.2.7.2	Tentukan jika diperlukan grout non-susut.  Tentukan jika grout mengandung besi dapat digunakan.  Tentukan waktu prosedur instalasi lapangan harus diserahkan.
13.2.7.3	Tentukan tipe, mutu, dan kelas grout epoksi jika diperlukan.
13.2.8.1	Tentukan jika diperlukan komponen-komponen terisolasi. Tentukan tipe isolasi, ketebalan, nilai-R, dan lokasi untuk setiap tipe komponen yang digunakan dalam Pekerjaan.
13.2.8.5	Tentukan konektor <i>wythe</i> jika konektor tertentu yang diinginkan.
13.2.9.2	Tentukan kekuatan tekan yang berbeda bila diperlukan. Campuran berkekuatan lebih tinggi mungkin dapat diperoleh; verifikasi ketersediaan dengan pabrikator.  Tentukan jika <i>w/cm</i> lebih rendah diperlukan sesuai Proyek.  Tentukan kadar udara.
13.2.9.3	Tentukan apabila diperlukan beton ringan. Tentukan kekuatan tekan 28 hari dan densitas yang berbeda bila diperlukan. Koordinasi dengan pemasok agregat ringan dan pabrikator beton pracetak. Beberapa kombinasi agregat ringan dan agregat normal dalam campuran beton ringan dapat menghasilkan kepadatan lebih besar dari 1840 kg/m <sup>3</sup> .  Tentukan kadar udara.



## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
13.2.10.1.b	Tentukan perlakuan tepi atau sudut yang berbeda jika diperlukan.
13.2.12.4.b	Tentukan jika lewatan-lewatan tidak diperlukan, atau jika panjang lewatan yang berbeda diperlukan untuk penulangan kawat dilas.
13.2.12.9	<p>Tunjukkan jika temperatur lebih tinggi dari 67 °C dapat diterima. Temperatur beton maksimum 77 °C dapat diterima jika digunakan salah satu pengukuran berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM C150 semen portland Tipe V dengan kehalusan <i>blaine</i> kurang dari 400 m<sup>2</sup>/kg, atau ASTM C595 semen campuran Tipe IP dengan minimum 20% abu terbang Kelas F, atau ASTM C595, semen campuran Tipe IS dengan minimal 35% semen <i>slag</i>;</li> <li>Semen dengan kekuatan mortar 1 hari (ASTM C109/C109M) kurang dari 20 MPa;</li> <li>Ganti semen portland dengan 20 sampai 35% (berdasarkan massa) dari abu terbang sesuai dengan ASTM C618, Kelas F;</li> <li>Ganti semen portland dengan 35% sampai dengan 50% (berdasarkan massa) dari semen <i>slag</i> sesuai ASTM C989;</li> <li>Ganti 35% sampai dengan 50% (berdasarkan massa) semen portland dengan suatu kombinasi ASTM C618, abu terbang Kelas F (maksimum 35%), semen <i>slag</i> ASTM C989, dan <i>silica fume</i> ASTM C1240 (maksimum 10%);</li> <li>Ganti semen portland 35% sampai dengan 50% (berdasarkan massa) dengan suatu kombinasi ASTM C618, abu terbang Kelas C (maksimum 35%) dan minimal 6% <i>silica fume</i> ASTM C1240 (maksimum 10%), abu terbang ultra-halus, atau metakaolin Kelas N ASTM C618; dan</li> <li>Ganti 10% (berdasarkan massa) semen portland dengan metakaolin sesuai ASTM C618 Kelas N.</li> </ul> <p>Tunjukkan kombinasi material sementisius yang dapat diterima. Pilih kombinasi-kombinasi yang akan cocok untuk kondisi layan yang diperkirakan.</p> <p>Untuk beton kering atau diproteksi dari kelembaban, tentukan temperatur beton maksimum 82 °C dapat diterima.</p>
13.2.12.10	Tentukan jika diperlukan pratarik atau pasca-tarik.
13.2.12.11	Tentukan persyaratan penerimaan alternatif untuk perbaikan jika diperlukan.
13.2.12.12.1	Tentukan apakah panel terisolasi diperlukan.
13.2.12.12.3	Tentukan finishing untuk panel terisolasi.
13.2.13.1	Tentukan toleransi yang berbeda dari yang ditetapkan dalam ACI ITG-7M.
13.2.14.2	Tentukan jika diinginkan <i>finishing screed</i> , <i>finishing float</i> , atau finishing lain.
13.2.15.1	Tentukan jika sertifikasi pabrik PCI dan pengujian dan program inspeksi tidak diperlukan.
13.3.3.4.b	Tentukan persyaratan pengelasan alternatif.

## Daftar Periksa persyaratan wajib opsional (Lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
13.3.3.7	Tentukan jika setelah instalasi diperbolehkan pemotongan atau pengeboran inti beton.
13.3.3.8	Tentukan jika boleh digunakan pengencang yang dibor atau digerakkan bubuk.
<i>Beton arsitektural pracetak</i>	
14.1.1	Kaji ulang Pasal 13 dan modifikasi persyaratan agar sesuai dengan proyek.
14.1.2.1	Tentukan apabila uji penyerapan air harus diserahkan.
14.1.2.5	Tentukan item yang diperlukan dalam 14.1.2.5.a sampai 14.1.2.5.c.
14.1.2.6	Tentukan kualifikasi pabrikator yang berbeda jika dapat diterima.
14.1.3.2	Revisi ukuran dan jumlah panel-panel sampel agar sesuai proyek. Tentukan jika panel-panel sampel tidak diperlukan.
14.1.3.7	Tentukan jika diperlukan rentang sampel-sampel.
14.1.3.8	Jika <i>mockup</i> diperlukan, tentukan jumlah, lokasi, ukuran, dan detail-detail lain



	dalam dokumen kontrak.
14.1.3.9.f	Tentukan jika diperlukan <i>mockup</i> terpisah untuk pengujian oleh pihak lain. Tentukan pengujian yang diperlukan.
14.2.3	Tentukan <i>liner</i> bekisting diperlukan dan tambahkan deskripsi <i>liner</i> bekisting tertentu yang dipilih.
14.2.4	Tentukan jika diperlukan <i>retarder</i> permukaan.
14.2.5.1	Jika disyaratkan unit beton pracetak setengah-bata, permukaan <i>veneer</i> , tentukan tipe dan kelas standar ASTM, ukuran permukaan, dan toleransi dimensi.
14.2.5.2	Tentukan jika diperlukan atau diijinkan properti-properti yang berbeda.
14.2.5.2.1	Tentukan warna dan tekstur permukaan untuk dicocokkan dengan sampel referensi desain, jika diperlukan. Tentukan permukaan bata diberi warna, selain dari <i>flushed</i> atau <i>di-finishing</i> pasir, akan digunakan.
14.2.5.2.m	Jika diperlukan, tentukan tekstur permukaan belakang. Contoh-contoh deskripsi yang diberi skor, disisir, kawat yang dikasarkan, bersirip, <i>key backed</i> , atau ekor burung.
14.2.6	Tentukan properti jika berbeda dari yang dicatat atau sesuai yang diperlukan untuk proyek tertentu. Mengacu ANSI A137.1 untuk ukuran, bentuk, sifat fisik yang biasa terdapat, dasar untuk penerimaan dan metode-metode pengujian.
14.2.7	Tentukan aplikasi yang diperlukan unit <i>terra cotta</i> .
14.2.8	Tentukan mortar lain yang diperbolehkan untuk join.
14.2.9	Tentukan jika join-join unit bata harus diisi setelah produksi panel beton pracetak. Tentukan diperlukan tipe grout tertentu. Mengacu ANSI A118.6 untuk rekomendasi tambahan.
14.2.9.3	Tentukan warna grout penunjuk jika panel sampel referensi tidak digunakan atau diperlukan.
14.2.11.3	Tentukan jika sealant fleksibel diperlukan dalam lubang-lubang angkur untuk mencegah intrusi air ke dalam batu dan perubahan warna masa depan di lokasi-lokasi angkur.  Tentukan jika pengisian lubang angkur tidak diperlukan.
14.2.11.4	Tentukan jika pengisi kaku diperlukan untuk mencegah intrusi air ke dalam batu dan perubahan warna di masa depan pada lokasi angkur.  Tentukan jika mengisi lubang-lubang angkur tidak diperlukan.
14.2.11.5	Tentukan jika epoxy diperlukan dalam lubang-lubang angkur.
14.2.11.6	Tentukan tipe-tipe lain pemecah lekatan jika diinginkan misalnya <i>preformed</i> , kompresibel, ulet, bebas noda, bebas lilin, ganjal busa polyethylene sel tertutup, tidak menyerap cairan dan gas, tebal 3 mm.
14.2.12.1.a	Tentukan permukaan-permukaan yang tipis atau setengah bata.
14.2.13	Tentukan jika diperlukan permukaan batu. Tentukan lokasi permukaan-permukaan batu dan persyaratan penjangkaran jika berbeda dari minimum yang disyaratkan, panjang tertanam angkur ke beton, pendukung-pendukung, dan tambahan-tambahan. Tunjukkan arah urat batu pada gambar.
14.2.14	Tentukan teknik permukaan tertentu bila diperlukan.
14.2.14.2.b	Tentukan persyaratan semen dan agregat. Campuran permukaan dan campuran cadangan harus memiliki susut agregat serupa dan koefisien ekspansi termal dengan <i>w/cm</i> serupa.
14.2.15.3	Tentukan jika tidak diperlukan finising mengambang, <i>finishing</i> sapu ringan, bintik-bintik, atau finishing sesuai cetakan jika halus, <i>finishing trowel</i> baja.
14.2.15.5	Tentukan jika pembersihan tidak diperlukan.
14.3.1.1	Tentukan lebar join yang berbeda.



## Lampiran D (Informatif)

### Daftar Periksa penyerahan

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
1.5.2	Bila diperlukan, rencana pengendalian mutu.
1.6.2.1	Kualifikasi lembaga pengujian yang diusulkan.
1.6.2.2.e	Data uji pada material dan campuran beton.
1.6.2.2.f	Program pengendalian mutu pada pemasok beton. Mengacu pada publikasi NRMCA <i>Guideline Manual for Quality Assurance and Quality Control</i> untuk suatu deskripsi program pengendalian sesuai
1.6.2.2.g	Permintaan untuk penggunaan uji dipercepat. Data korelasi dan prosedur statistik yang akan digunakan untuk memperkirakan dirawat standar, kekuatan 28 hari dari kekuatan dipercepat yang diukur.
1.6.5.1	Dokumentasi tindakan untuk meningkatkan hasil uji kekuatan.
1.6.5.3	Data korelasi sehubungan kekuatan tekan dengan hasil uji di tempat. Lihat ACI 228.1R untuk program pengujian korelasi yang dapat diterima. Menggunakan silinder cor di tempat sesuai dengan ASTM C873/C873M tidak memerlukan korelasi; Namun, kekuatan perlu yang diukur harus dikoreksi dengan menggunakan faktor-faktor pada ASTM C42/C42M jika rasio panjang-diameter kurang dari 1,75
1.7.1.4	Metode perbaikan yang diusulkan, material, dan modifikasi untuk pekerjaan.
1.7.4.2.e	Deskripsi perbaikan yang akan dilakukan untuk membawa beton yang berpotensi dibawah-kekuatan ke kesesuaian dengan dokumen kontrak.
1.7.5.2.e	Deskripsi perbaikan pekerjaan yang dilakukan untuk membawa beton non-taham lama ke kesesuaian dengan dokumen kontrak.
<b>Bekisting dan aksesoris bekisting</b>	
2.1.2.1.a	Data tentang material permukaan bekisting jika berbeda dari yang disyaratkan dalam 2.2.1.1.
2.1.2.1.b	Lokasi alternatif dan detail-detail untuk join konstruksi dan join kontraksi.
2.1.2.1.c	Data korelasi pada metode-metode alternatif yang menentukan kekuatan beton untuk pembongkaran bekisting. Mengacu pada ACI 228.1R untuk rekomendasi pada pengembangan data korelasi yang sesuai.
2.1.2.1.d	Gambar dan prosedur untuk pemasangan dan pembongkaran <i>reshoring</i> dan <i>backshoring</i> . Mengacu pada ACI 347 dan ACI 347.2R untuk panduan pada item-item yang diperhitungkan.
2.1.2.1.e	Data pada agen rilis bekisting atau <i>liners</i> bekisting.
2.1.2.2.a	Gambar kerja untuk bekisting.
2.1.2.2.b	Perhitungan desain untuk penopang bekisting, <i>reshoring</i> , dan <i>backshoring</i> .
2.1.2.2.c	Lembaran data untuk pengikat-pengikat bekisting.
2.1.2.2.d	Lembaran data untuk material-material join ekspansi.
2.1.2.2.e	Lembaran data untuk material <i>waterstop</i> dan sambungan-sambungan.
2.2.1.1	Material-material permukaan bekisting lain.
2.2.1.2	Permintaan untuk menggunakan pengikat besi dengan <i>breakback</i> kurang dari 20 mm dengan <i>Finishing</i> Permukaan 2.0 atau <i>Finishing</i> Permukaan 3.0.
2.2.1.6	Material alternatif atau ukuran, atau keduanya, untuk <i>strip</i> talang.
2.2.2.3	Permintaan untuk menggunakan pemotongan tanah sebagai bentuk permukaan.
2.2.2.5.a	Lokasi alternatif dan detail-detail join konstruksi.
2.2.2.5.c	Lokasi alternatif dan detail-detail untuk konstruksi, ekspansi dan join kontraksi.
2.2.3.3	Permintaan untuk menggunakan pengikat besi dengan <i>breakback</i> kurang dari 20 mm.
2.3.2.5	Permintaan untuk membongkar bekisting pada kekuatan tekan yang lebih rendah dari kekuatan tekan yang disyaratkan untuk pembongkaran bekisting.



## Daftar periksa penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Catatan untuk Pemberi Syarat
2.3.4.2	Data korelasi metode pengukuran kekuatan beton alternatif untuk pembongkaran bekisting. Mengacu pada ACI 228.1R untuk rekomendasi pada pengembangan data korelasi yang sesuai.
<i>Penulangan dan pendukung penulangan</i>	
3.1.1.1.a	Laporan uji tersertifikasi untuk material.
3.1.1.1.b	Gambar penempatan yang menunjukkan dimensi fabrikasi dan lokasi untuk penempatan penulangan dan pendukung-pendukung.
3.1.1.1.c	Daftar sambungan-sambungan dan permintaan untuk menggunakan sambungan-sambungan yang tidak ditunjukkan pada dokumen kontrak.
3.1.1.1.d, 3.3.2.7	Permintaan untuk menggunakan sambungan mekanis yang tidak ditunjukkan dalam dokumen kontrak.
3.1.1.1.e	Permintaan untuk penempatan dowel-dowel kolom tanpa menggunakan template.
3.1.1.1.f	Permintaan dan prosedur untuk membengkokkan atau meluruskan batang tulangan yang ditanam secara parsial di lapangan.
3.1.1.1.g	Salinan dari sertifikasi pabrik CRSI.
3.1.1.2.a	Deskripsi lokasi-lokasi las batang tulangan, spesifikasi prosedur pengelasan dan kualifikasi tukang las.
3.1.1.2.b	Pendukung-pendukung untuk penulangan dilapis dan material-material yang diusulkan untuk pengencangan penulangan dilapis yang tidak diberi selimut beton pada 3.3.2.4.
3.1.1.3.a	Apabila kontraktor merasa perlu untuk memindahkan penulangan di luar toleransi pemasangan yang disyaratkan untuk menghindari gangguan dengan tulangan, <i>conduit</i> , atau item-item tertanam lainnya, tinjau ulang pengajuan yang menunjukkan pengaturan penulangan yang dihasilkan.
3.1.1.3.b	Inspeksi dan program kontrol kualitas pabrik yang tidak disertifikasi oleh <i>Concrete Reinforcing Steel Institute</i> .
3.2.1.2.b	Sediakan program sertifikasi yang setara untuk evaluasi oleh perencana/penanggungjawab struktur.
3.2.1.10	Permintaan penggunaan tipe tumpuan penulangan alternatif.
3.2.1.12	Material penumpu beton pracetak.
3.2.2.1	Permintaan untuk memanaskan penulangan sebelum membengkokkan.
3.3.2.2	Apabila kontraktor merasa perlu untuk memindahkan penulangan melampaui toleransi pemasangan yang ditetapkan untuk menghindari gangguan dengan penulangan lainnya, <i>conduit</i> , atau item-item tertanam, kaji ulang pengajuan yang menunjukkan pengaturan penulangan yang dihasilkan.
3.3.2.5	Permintaan untuk memperpanjang penulangan melalui join kontrol, termasuk join yang dipotong dengan gergaji.
3.3.2.6	Permintaan penggunaan metode alternatif untuk mengatur dowel kolom.
3.3.2.8	Permintaan suatu prosedur untuk membengkokkan di lapangan atau meluruskan sebagian tulangan yang tertanam.
3.3.2.8.a	Permintaan untuk menggunakan metode lain untuk mengukur temperatur pra-pemanasan.
3.3.2.9	Permintaan untuk memotong penulangan di lapangan.
<i>Campuran beton</i>	
4.1.2.1	Proporsi campuran dan karakteristik. Periksa bahwa proporsi campuran sesuai dengan persyaratan 4.2.2 untuk kadar material sementisius, <i>w/cm</i> , slump, ukuran maksimum nominal agregat kasar, kadar udara, bahan tambahan campuran, dan konsentrasi ion klorida, sama halnya dengan kuat tekan dan leleh.



## Daftar Periksa penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
4.1.2.2	<p>Metode dan data uji yang digunakan untuk menetapkan proporsi campuran. Beberapa metode yang berbeda dapat digunakan untuk memilih proporsi campuran yang akan menghasilkan kemudahan pengecoran yang diperlukan, kepadatan, kekuatan, dan daya tahan beton.</p> <p>Pengalaman lapangan mengenai campuran beton yang sebelumnya sudah digunakan di bawah kondisi yang serupa memberikan jaminan terbaik bahwa campuran beton yang diusulkan akan dapat digunakan secara memuaskan dan akan memiliki sifat-sifat yang disyaratkan.</p> <p>Jika tidak ada catatan uji lapangan yang tersedia, mengacu ACI 211.1 untuk pemilihan jumlah awal material yang didasarkan pada sifat material dan sifat beton yang disyaratkan. ACI 211.1 merekomendasikan karakteristik campuran untuk diperiksa dengan <i>batch</i> coba di laboratorium atau di lapangan.</p> <p>Memadukan agregat supaya memenuhi kriteria untuk suatu gradasi kombinasi adalah metode proporsi lainnya yang dapat digunakan. Di bawah ini adalah beberapa prosedur berbeda yang telah digunakan untuk menentukan proporsi agregat campuran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulus kehalusan kombinasi;</li> <li>• 8% sampai dengan 18% tertahan pada setiap ayakan standar;</li> <li>• Grafik faktor kekasaran; dan</li> <li>• 0,45 grafik pangkat.</li> </ul> <p>Apabila digunakan salah satu metode proporsi di atas atau yang serupa, gradasi gabungan spesifik dari agregat yang dicampur, bersama dengan toleransi untuk kontrol, harus diserahkan. Metode perencanaan proporsi ini juga mensyaratkan karakteristik beton yang harus diperiksa dengan <i>batch</i> coba.</p>
4.1.2.3	<p>Informasi tentang tipe, kelas, nama produsen dan lokasi pabrik untuk material sementisius; tipe, lokasi penambangan, nama produsen, gradasi, dan sifat-sifat agregat yang disyaratkan oleh ASTM C33; tipe, nama merek, dan nama produsen untuk bahan tambahan campuran; dan sumber pasokan air dan es.</p> <p>Kecuali untuk bahan tambahan campuran dan air, hasil-hasil uji yang mengkonfirmasi kesesuaian dengan spesifikasi yang berlaku tidak boleh lebih tua dari 90 hari. Hasil uji untuk ketahanan agregat, abrasi dan reaktivitas mungkin lebih tua dari 90 hari, tapi jangan lebih dari 1 tahun, asalkan hasil uji yang disediakan untuk sifat-sifat lain yang disyaratkan dalam ASTM C33 menunjukkan bahwa kualitas agregat tidak berubah.</p>
4.1.2.4, 4.1.2.5	Data uji yang digunakan untuk menetapkan proporsi campuran.
4.1.2.6	<p>Permintaan untuk penyesuaian proporsi campuran.</p> <p>Permintaan untuk menyesuaikan proporsi campuran yang diperlukan untuk kelecakan atau konsistensi.</p> <p>Jika Kontraktor berkeinginan untuk mengurangi kadar material sementisius dari campuran beton setelah memenuhi persyaratan 4.2.3.6, kaji ulang permintaan untuk penerimaan campuran revisi yang diusulkan dengan kadar material sementisius lebih rendah berdasarkan pada percobaan.</p> <p>Jika Kontraktor merasa perlu untuk meningkatkan kadar material sementisius, kaji ulang permintaan untuk penerimaan campuran revisi yang diusulkan dengan kadar material sementisius yang lebih tinggi berdasarkan pada campuran coba.</p> <p>Konfirmasi kecukupan proporsi yang dimodifikasi telah diverifikasi dari satu set data uji lapangan yang baru.</p>



## Daftar periksa penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
4.1.2.7	Evaluasi dan hasil uji yang disyaratkan dalam 4.2.2.1 memverifikasi kecukupan beton untuk dicorkan di lantai jika kadar material sementisius kurang dari minimum yang disyaratkan dalam Tabel 3.
4.1.2.8	Permintaan untuk menggunakan kalsium klorida.
4.1.2.9	Permintaan untuk menggunakan <i>batching</i> volumetrik dan metode yang diusulkan.
4.1.2.10	Permintaan untuk melebihi waktu pengecoran yang disyaratkan oleh ASTM C94/C94M.
4.2.1.1	Permintaan untuk menggunakan material sementisius selain Tipe I atau Tipe II ASTM C150. Apabila semen sesuai ASTM C595 atau C1157 yang digunakan pada struktur yang akan terkena bahan kimia pencair es, verifikasi kesesuaian dari beton dengan Tabel 8.
4.2.1.3	Permintaan untuk menggunakan selain air minum.
4.2.1.4	Permintaan untuk menggunakan bahan tambahan campuran.
4.2.1.5	Permintaan untuk mengubah material dan data yang memverifikasi bahwa sifat-sifat campuran beton sesuai dengan persyaratan 4.2.2.
4.2.2.1	Permintaan untuk menggunakan kadar material sementisius yang lebih rendah.
4.2.2.2	Permintaan untuk menggunakan <i>slump</i> lain dari yang disyaratkan.
4.2.2.6	Permintaan untuk mengirimkan beton pada temperatur lebih dari 35 °C.
4.2.2.7.b	Dokumentasi verifikasi kesesuaian dengan persyaratan yang disyaratkan untuk eksposur terhadap pembekuan dan pencairan.
4.2.2.7.c	Dokumentasi verifikasi kesesuaian dengan persyaratan yang disyaratkan untuk permeabilitas rendah.
4.2.2.7.d	Dokumentasi verifikasi kesesuaian dengan persyaratan yang disyaratkan untuk ketahanan korosi.
4.2.3.4.a	Metode dan data uji yang digunakan untuk menetapkan proporsi campuran.
4.2.3.4.b	Data uji yang digunakan untuk menetapkan proporsi campuran.
4.2.3.5	Permintaan untuk penyesuaian proporsi campuran.
4.2.3.6	Proporsi campuran yang direvisi berdasarkan nilai revisi dari $f'_{cr}$ .
4.3.1.2	Permintaan untuk menggunakan metode penakaran volumetrik.
4.3.2.2	Permintaan memperpanjang waktu atau batasan revolusi pengecoran.
<i>Penanganan, pengecoran, dan pembangunan</i>	
5.1.2.1.a	Catatan-catatan pengujian dan pemeriksaan.
5.1.2.1.b	Metode yang diusulkan untuk mengukur temperatur beton.
5.1.2.1.c	Kualifikasi kontraktor finising dan pekerja finising pekerjaan biasa.
5.1.2.1.d	Gambar kerja pengecoran, penanganan dan metode konstruksi.
5.1.2.1.e	Pemberitahuan pengecoran beton.
5.1.2.3.g	Spesifikasi data dan metode penggunaan untuk material perbaikan selain dari mortar semen portland yang dicampur di lapangan yang dijelaskan dalam 5.3.7.4.
5.2.1.4	Permintaan untuk menggunakan bahan perbaikan dan data pendukung alternatif.  Permintaan untuk tidak mencocokkan warna.
5.3.2.1.a	Usulan kegiatan proteksi terhadap cuaca basah.
5.3.2.1.b	Usulan untuk aktivitas proteksi terhadap cuaca dingin.  Permintaan untuk mengecor beton pada permukaan yang kurang dari 2°C.
5.3.2.1.c	Permintaan untuk melebihi temperatur beton maksimum yang disyaratkan.
5.3.2.3.c	Apabila diizinkan, campuran alternatif untuk beton pompa.
5.3.2.4	Metode yang diusulkan untuk pengecoran di dalam air.
5.3.4.1	Kualifikasi pekerja finising untuk pekerjaan biasa.
5.3.4.2.f	Permintaan untuk menggunakan material lekatan selain grout semen.



## Daftar pemeriksaan penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
5.3.4.2.i	Spesifikasi dan data produsen untuk retarder permukaan yang digunakan dalam memproduksi finising agregat ekspos beserta dengan metode penggunaannya.
5.3.5	Rencana rinci untuk metode alternatif pemotongan dengan gergaji, misalnya pemotongan dangkal dan metode pemotongan kering. Mengacu ACI 302.1R untuk panduan lebih lanjut.
5.3.6.1	Permintaan untuk menggunakan durasi yang lebih singkat untuk retensi kelembaban, atau jika diinginkan metode perawatan selain yang disyaratkan.
5.3.6.4	Permintaan untuk menggunakan metode perawatan alternatif selain yang terdaftar.
5.3.6.5	Metode pengukuran temperatur permukaan beton.
5.3.7.1	Permintaan untuk menunda perbaikan lubang pengikat dan cacat permukaan.
5.3.7.3	Metode perbaikan alternatif.
5.3.7.4	Prosedur untuk menerapkan material perbaikan.
5.3.7.6	Metode untuk menghilangkan noda-noda.
<i>Beton arsitektural</i>	
6.1.2.1	Gambar-gambar kerja, gambar-gambar pabrikasi bekisting untuk beton arsitektural.
6.1.2.2.a	Lokasi untuk mockup.
6.1.2.2.b	Sampel-sampel finishing agregat ekspos.
6.1.2.2.c, 6.1.2.2.d, 6.1.2.2.e	Data teknis dan sampel-sampel.
6.1.2.4	Bila disyaratkan, rencana untuk pembuangan air limbah pencuci.
6.1.3.6.b	Perubahan mockup lapangan yang baru.
6.1.3.7	Revisi metode untuk memproduksi beton arsitektural yang dapat diterima.
6.2.1.9	Lokasi, ukuran, dan jarak antar rustikasi dan strip-strip yang terbuka.
<i>Beton ringan</i>	
7.1.2.1	Prosedur kelembaban agregat.
7.1.2.2	Hasil uji atau perhitungan yang menghubungkan densitas seimbang dengan densitas curah segar yang disyaratkan.
<i>Beton massa</i>	
8.1.3	Rencana kontrol termal.
	Permintaan barang-barang alternatif untuk rencana pengendalian termal.
8.2.1.1.a	Permintaan untuk menggunakan material sementisius alternatif.
8.2.1.2.a	Permintaan untuk menggunakan campuran yang dipercepat.
8.3.1.1 .b	Prosedur perawatan alternatif untuk permukaan yang dicetak.
8.3.1.2.a	Rekaman data temperatur dari pengecoran beton.
8.3.1.2.b	Permintaan frekuensi perbandingan alternatif.
	Dokumentasi tindakan yang diambil untuk mereduksi temperatur yang berlebihan atau perbedaan temperatur.
<i>Beton pasca tarik</i>	
9.1.2.1.a	Gambar kerja.
	Permintaan untuk menyimpang dari gaya-gaya dan profil-profil pasca-tarik yang disyaratkan.
	Bila diperlukan, gambar instalasi ditandatangani dan disegel.
9.1.2.1.b	Perhitungan-perhitungan yang diperlukan.
9.1.2.1.c	Gambar-gambar dan kriteria desain.
	Bila diperlukan, perhitungan-perhitungan desain.
9.1.2.1.d	Sertifikasi untuk konstituen grout.



## Daftar Periksa penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
9.1.2.2.a	Bila diperlukan, data uji yang mendukung koefisien yang diharapkan dan perlengkapan penjangkaran.
9.1.2.2.b	Bila diperlukan, hasil-hasil uji yang disyaratkan dalam 9.1.3.1.
9.1.2.2.c	Bila disyaratkan, jarak ruang <i>jack</i> .
9.1.2.2.d	Bila diperlukan, prosedur grouting tertulis.
9.1.2.2.e	Hasil-hasil uji coba lapangandan uji <i>mockup</i> lapangan.
9.1.2.3.a	Laporan uji pabrik bersertifikat.
9.1.2.3.b	Sertifikat kalibrasi jack penegangan.
9.1.2.3.c	Catatan-catatan penegangan.
9.1.2.3.d	Catatan-catatan penggrouting.
9.2.1	Data uji kekedapan air untuk kemasan angkur, jika diperlukan.
9.2.1.2.c	Jika digunakan rasio luas baja <i>duct</i> kurang dari yang disyaratkan, data pengujian yang menunjukkan grouting yang tepat, perlindungan korosi, dan transfer lekatan dapat dicapai.
9.2.1.2.e	Bila diperlukan, data uji <i>duct</i> .
9.2.1.4	Lokasi kopler yang diusulkan selain yang ditunjukkan dalam dokumen kontrak.
9.2.2	Tipe grout yang digunakan apabila tidak ditetapkan.
9.2.2.1	Permintaan untuk menggunakan campuran grout yang berbeda.
9.2.2.2	Permintaan untuk menggunakan bahan tambahan campuran lain. Catatan pengujian atau catatan kinerja harus mendampingi permintaan yang menunjukkan bahan tambahan campuran yang diusulkan tidak akan menimbulkan efek merugikan pada tendon, aksesoris atau grout.
9.2.2.2.d	Bila disyaratkan, hasil-hasil uji ASTM C940.
9.2.2.3.b	Hasil-hasil pengujian apabila diperlukan.
9.2.2.4.a	Rencana uji <i>mockup</i> .
9.3.1	Dokumentasi sertifikasi instalatur.
9.3.2	Dokumentasi sertifikasi.
9.3.3.2	Permintaan untuk menggunakan lapisan pelindung korosi jenis lain.
9.3.3.4.a	Permintaan untuk menggunakan cara perbaikan lain.
9.3.4.1	Nama dan kualifikasi supervisor grouting jika diperlukan.
9.3.4.2	Permintaan untuk penerimaan interval eksposur yang melebihi batasan pada Tabel 14 dan rencana untuk perlindungan korosi sementara.
9.3.4.5	Permintaan untuk menggunakan tekanan lebih dari 1,0 MPa selama pelaksanaan grouting.
9.3.4.6	Permintaan untuk menggunakan kecepatan injeksi di luar batasan yang ditetapkan.
9.3.4.7	Laporan pelaksanaan grouting.
9.3.5.7.a	Permintaan penerimaan metode aplikasi alternatif untuk penjangkaran tetap.
9.3.5.8.c	Prosedur perbaikan pita perekat.
9.3.6.4	Penerimaan tambahan penulangan <i>hairpin</i> dimana jari-jari kelengkungan kurang dari 480 diameter strand.
9.3.8.3	Rekaman pembacaan perpanjangan dan pengukuran tekanan untuk gaya prategang.
9.3.8.4	Permintaan untuk penerimaan kehilangan gaya prategang yang lebih besar dari 2 % akibat tendon yang rusak.
<b>Beton tahan susut</b>	
10.1.3.2	Hasil-hasil uji ekspansi untuk campuran beton yang diusulkan.
10.1.3.3	Urutan pengecoran beton yang diusulkan.
10.2.1.1.b	Permintaan untuk menggunakan silica fume.
10.2.1.2.a	Permintaan untuk menggunakan bahan tambahan campuran untuk mempercepat atau bahan tambahan campuran yang mengandung kalsium klorida.
10.2.1.2.b	Permintaan untuk mengubah tipe, merek, atau tingkat dosis bahan tambahan campuran.
10.2.2.3	Permintaan untuk menggunakan <i>slump</i> yang lebih tinggi.



## Daftar pemeriksaan penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
10.2.3.2	Hasil uji ekspansi untuk campuran beton yang diusulkan.
10.2.3.3	Proporsi dan hasil-hasil uji ekspansi untuk proporsi campuran yang direvisi.
10.3.2.2	Permintaan melebihi waktu antara pengecoran bagian-bagian bersebelahan.
<i>Slab lantai industrial</i>	
11.1.3.2.a	Bila disyaratkan, hasil uji penyusutan untuk campuran beton yang diusulkan.
11.1.3.2.b	Lembar data produsen untuk perangkat transfer beban, jika digunakan.
11.1.3.2.c	Lembar data produsen untuk lembar retarder uap, bila digunakan.
11.1.3.2.d	Lembar data produsen tentang peralatan untuk menginstal join kontraksi bila diperlukan.
11.1.3.2.e	Lembar data produsen untuk penutup perawatan, kompon perawatan, atau metode perawatan lainnya.
11.1.3.2.f	Prosedur untuk memastikan proteksi beton selama transportasi, pengecoran, finishing, dan periode perawatan yang disyaratkan.
11.1.3.2.g	Lembar data produsen untuk pengisi join.
11.1.3.2.h	Lembar data produsen untuk pengeras permukaan yang diterapkan dalam bentuk cairan, bila digunakan.
11.1.3.2.i	Lembar data produsen untuk pengeras mineral atau metal yang dikocok, bila digunakan.
11.1.3.2.j	Tata letak join.
	Permintaan jarak antar join yang melebihi 4,6 m.
11.1.3.2.k	Urutan pengecoran yang menunjukkan luas dan skedul masing-masing pengecoran.
11.1.3.2.1	Jika disyaratkan, desain bekisting join konstruksi.
11.2.1.2.a	Permintaan menggunakan ukuran maksimum nominal agregat yang berbeda.
11.2.2	Permintaan persyaratan campuran alternatif.
11.2.2.2	Permintaan untuk temperatur debit lebih besar dari 35°C.
11.2.6	Gambar kerja detail perangkat transfer-beban.
11.3.5.2	Kerataan dan hasil uji kerataan yang sesuai dengan ASTM E1155.
11.3.7	Permintaan untuk menerapkan kompon perawatan di daerah dimana akan dipasang <i>finishing</i> lantai atau pemadat permukaan berikutnya.
<i>Konstruksi tilt up</i>	
12.1.4.1	Data <i>shim</i> tumpuan.
12.1.4.2	Data zat pewarna.
12.1.4.3	Data pemecah lekatan.
12.1.4.4	Gambar kerja panel <i>tilt-up</i> .
12.1.4.5	Mockup lapangan.
12.1.4.6	Data grout panel.
12.1.4.7	Rincian untuk panel sandwich beton terisolasi.
12.1.4.8	Metode dan material untuk perbaikan cacat.
12.1.5	Kualifikasi kontraktor <i>tilt-up</i> .
12.2.2	Permintaan untuk menggunakan <i>shim</i> tumpuan alternatif.
12.2.6.1	Permintaan untuk menggunakan material yang sama untuk kompon perawatan dan pemecah lekatan.
<i>Beton struktural pracetak</i>	
13.1.2.1.a	Proporsi campuran dan karakteristik.  Permintaan untuk menyerahkan informasi mengenai campuran pracetak jika berbeda dari yang disyaratkan dalam Pasal 4.
13.1.2.1.b	Gambar kerja untuk pendirian. Gambar kerja untuk pengaku dan penopang sementara jika diperlukan. Perhitungan untuk pengaku dan penopang sementara jika diperlukan. Gambar kerja untuk fabrikasi jika diperlukan.
13.1.2.1.c	Spesifikasi prosedur pengelasan dan sertifikasi personil.



## Daftar periksa penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
13.1.2.1.d	Bila diperlukan, perhitungan desain struktural.  Perhitungan didetail untuk verifikasi desain komputer.  Gambar kerja yang menunjukkan kriteria desain dan metode desain yang disyaratkan.
13.1.2.1.e	Perhitungan desain apabila diperlukan dan gambar-gambar untuk modifikasi.
13.1.2.1.f	Kualifikasi pelaksana.
13.1.2.1.g	Kualifikasi pabrikator.
13.1.2.1.h	Bukti sertifikasi pabrik atau dokumentasi prosedur manufaktur dan pengendalian mutu.
13.1.2.2.a	Apabila diperlukan, laporan pengujian material atau sertifikasi.
13.1.3.1	Kualifikasi pelaksana dan deklarasi pasca-audit.  Permintaan untuk menggunakan pelaksana yang tidak memenuhi syarat PCI.
13.1.3.2	Dokumentasi sertifikasi pabrik dan personil.
13.1.3.4	Perhitungan untuk peringkat ketahanan kebakaran untuk komponen beton pracetak.
13.2.6.1	Permintaan untuk penerimaan bantalan tumpuan alternatif.
13.2.7.1	Permintaan untuk menggunakan material alternatif.
13.2.7.2	Prosedur instalasi lapangan jika diperlukan.
13.2.9.3	Permintaan untuk menggunakan kadar udara alternatif.
13.2.11.1	Permintaan ijin untuk relokasi pelat tumpuan pada unit-unit.
13.2.11.2	Pengaturan diagram, contoh-contoh, instruksi, dan petunjuk instalasi.
13.2.12.1	Permintaan deviasi ukuran dan bentuk komponen beton pracetak.
13.2.12.3	Permintaan untuk mengebor atau memotong bukaan atau strand prategang sepanjang lokasi.
13.2.12.9	Permintaan untuk meningkatkan temperatur maksimum sampai 77 °C dengan dokumentasi proporsi campuran. Permintaan untuk meningkatkan temperatur beton maksimum sampai 82 °C untuk mengeringkan beton atau dilindungi dari kelembaban.
13.2.12.11	Prosedur-prosedur perbaikan.
13.2.15.1	Dokumentasi sertifikasi pabrik dan personil.
13.2.17	Permintaan untuk memperbaiki komponen yang cuil, pecah, atau retak.
13.3.1.1	Gambar kerja untuk lokasi, pengaturan diagram, dan template untuk instalasi setiap perangkat penjangkaran.
13.3.3.4	Spesifikasi prosedur pengelasan.
13.3.3.4.e	Daftar las yang tidak memerlukan inspeksi oleh Inspektur Las Bersertifikat.
13.3.3.5.b	Permintaan pengujian baut yang kurang dari 100% dalam hal torsi tidak cukup ditemukan dalam 25% pertama.
13.3.3.7	Permintaan untuk memotong atau pengambilan inti unit beton pracetak setelah instalasi.
13.3.3.8	Permintaan untuk menggunakan alat penyambung yang dibor atau <i>powder actuated</i> .
13.3.6.a	Prosedur perbaikan dan permintaan untuk memperbaiki komponen.
<b>Beton arsitektural pracetak</b>	
14.1.2.1	Proporsi-proporsi dan kekuatan tekan campuran-campuran beton.
14.1.2.2	Desain sampel-sampel referensi.
14.1.2.3	Panel-panel sampel.
14.1.2.4	Rentang panel-panel sampel.
14.1.2.5.a	Apabila diperlukan, <i>mockup</i> ukuran penuh.
14.1.2.5.b	Apabila diperlukan, perhitungan desain dan gambar kerja.
14.1.2.5.c	Apabila diperlukan, laporan uji material atau sertifikasi produsen.
14.1.2.6	Kualifikasi pabrikator.



## Daftar pemeriksaan penyerahan (lanjutan)

Pasal/Bagian/Artikel	Item-item penyerahan dan Catatan untuk Pemberi Syarat
14.1.3.2	Panel-panel sampel yang disyaratkan.
14.1.3.5	Sampel-sampel yang diperbaiki.
14.1.3.7	Rentang panel-panel sampel.
14.1.3.8.b	Tanggal dan waktu kapan <i>mockup</i> akan dikonstruksikan.
14.1.3.8.c	Permintaan untuk penerimaan <i>mockup</i> .
14.1.3.8.e	Permintaan untuk menggunakan <i>mockup</i> pada Pekerjaan selesai.
14.2.4	Permintaan untuk menggunakan <i>retarder</i> permukaan.
14.2.5.2	Permintaan untuk menggunakan unit bata tipis dengan sifat yang berbeda dari yang disyaratkan dalam dokumen kontrak.
14.2.9.3	Permintaan untuk menggunakan penunjukkan grout yang berbeda dari sampel referensi desain.
14.2.13.1	Tentukan kapan sealant kontinu <i>bead</i> tidak diperlukan di sepanjang sisi dan atas
14.2.13.2	Kualifikasi lembaga pengujian untuk melakukan pengujian geser dan tarik angkur batu bersama dengan deskripsi uji perakitan dan kurva beban-defleksi.
14.2.14.2.b	Permintaan untuk menggunakan semen dan agregat alternatif untuk campuran permukaan.





### Kata kunci

**Kata kunci:** arsitektural; cuaca dingin; kuat tekan; durabilitas; *slab* beton; konsolidasi; perawatan; *finishing*; bekisting; grouting; cuaca panas; lantai industrial; inspeksi; join-join; beton ringan; beton massa; proporsi campuran; pengecoran; pracetak; pasca-tarik; baja prategang; perbaikan; *reshoring*; penopang; tahan-susut; *slab* di atas tanah; tulangan baja; pengujian; *tilt-up*; toleransi; kawat dilas.









## Informasi pendukung terkait perumus standar

### [1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Sub Komite Teknis 91-01-S4, *Subkomite Teknis Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan*

### [2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES  
 Sekretaris : Dany Cahyadi, ST, MT  
 Anggota :  
 1. Ir. Lutfi Faizal  
 2. Ir. RG Eko Djuli Sasongko, MM  
 3. Prof. Dr. Ir. Suprpto, M.Sc, FPE, IPM  
 4. Dr.Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng  
 5. Ir. Asriwiyanti Desiani, MT  
 6. Ir. Felisia Simarmata  
 7. Ir. Suradjin Sutjipto, MS  
 8. Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman  
 9. Prof. Bambang Suryoatmono

#### **CATATAN:**

Susunan keanggotaan Sub Komtek 91-01-S4 diatas adalah pada saat Standar ini ditetapkan. Anggota Komtek yang juga turut menyusun sebelum perubahan keanggotaan pada bulan Oktober 2015, adalah:

1. DR. Ir. Anita Firmanti, MT (Ketua)
2. Cecep Bakheri (Sekretaris)
3. Prof. Ir. Adang Surahman, M.Sc, Ph.D

### [3] Konseptor rancangan SNI

Nama	Lembaga
DR. Ir. Cecilia Lauw,MS.c,	Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR)
DR. Ir. Adhiyoso, MS,c	Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR)
Ir. Felisia Simarmata	PT. Dirga Mulya Yasa

### [4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.